

기상기술정책

METEOROLOGICAL
TECHNOLOGY &
POLICY



"국가 기후정보 제공 및 활용 방안"

칼럼

- 국가기후자료 연구의 중요성

정책초점

- 기후변화통합영향평가에대한 국가기후정보의 역할
- 친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안
- 기상정보의 농업적 활용과 전망
- 기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스
- 경기도의 기상·기후정보 활용
- 국가기본풍속지도의 필요성
- 국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화
- 국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담
- 가치있는 기후정보

논단

- 기상청 기후자료 활용 증대 방안에 관한 제언

뉴스 포커스

- 국가기후자료센터의 역할



기상청 Korea
Meteorological
Administration

『기상기술정책』

제3권 제2호(통권 제10호)

2010년 6월 25일 발행

등록번호 : 11-1360395-000017-09

ISSN 2092-5336

『기상기술정책』지는 범정부적인 기상·기후 분야의 정책 수요에 적극적으로 부응하고, 창의적인 기상기술 혁신을 위한 전문적인 연구 조사를 통해 기상·기후업무 관련 분야의 발전에 기여할 목적으로 발간 기획되었습니다.

본 『기상기술정책』지는 기상·기후 분야의 주요 정책적 이슈나 현안에 대하여 집중적으로 논의하고, 이와 관련된 해외 정책동향과 연구 자료를 신속하고 체계적으로 수집하여 제공함으로써 기상 정책입안과 연구개발 전략 수립에 기여하고자 정기적으로 발행되고 있습니다.

본지에 실린 내용은 집필자 자신의 개인 의견이며, 기상청의 공식의견이 아님을 밝힙니다. 본지에 게재된 내용은 출처와 저자를 밝히는 한 부분적으로 발췌 또는 인용될 수 있습니다.

원고모집

『기상기술정책』에서는 기상과 기후분야의 정책이나 기술 혁신과 관련된 원고를 모집하고 있습니다. 뜻있는 분들의 많은 참여를 부탁드립니다. 편집위원회의 심사를 통하여 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 지급하고 있습니다.

▶ 원고매수 : A4 용지 10 매 내외

▶ 원고마감: 수시접수

▶ 보내실 곳 및 문의사항은 발행처를 참고 바랍니다.

☞ 더 자세한 투고방법은 맨 뒷편의 투고요령을 참고바랍니다.

『기상기술정책』 편집위원회

발행인 : 전병성

편집기획 : 국립기상연구소 정책연구과

편집위원장 : 최치영

편집위원 : 권원태, 김세원, 김성균, 서명석,

전용수, 조석준, 최영진

편집간사 : 이영곤, 박소연

발행처

주소 : (156-720) 서울시 동작구 기상청길 45 기상청

전화 : (02) 6712-0235 팩스 : (02) 849-0668

E-mail : ni_pol@kma.go.kr

인쇄 : 미래미디어

Contents



"국가 기후정보 제공 및 활용 방안"

칼럼

- 국가기후자료 관리의 중요성 / 켄 크로포드 1

정책초점

- 기후변화통합영향평가에대한 국가기후정보의 역할 / 전성우 4
- 친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안 / 권영아 12
- 기상정보의 농업적 활용과 전망 / 심교문 23
- 기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스 / 원명수 33
- 경기도의 기상·기후정보 활용 / 김동영 46
- 국가기분풍속지도의 필요성 / 권순덕 58
- 국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화 / 김병선 63
- 국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담 / 나성준 75
- 가치있는 기후정보 / 김윤태 · 정도준 84

논단

- 기상청 기후자료 활용 증대 방안에 관한 제언 / 최영은 100

뉴스 포커스

- 국가기후자료센터의 역할 / 임용한 111

국가기후자료 관리의 중요성



켄 크로포드
기상선진화추진단 단장
crawford@kma.go.kr

2100년 어느 여름날, 서울의 낮 최고기온이 40℃를 넘어섰다. 이글거리는 태양아래 모든 움직이는 생물들은 각자의 그늘 밑에서 체온을 유지하려고 미동도 하지 않고, 다만 가쁜 날숨과 들숨을 반복할 따름이다. 가난한 동네에서 혼자 사는 어르신들의 죽음을 알리는 슬픈 소식들이 허공에 메아리친다. 100여 년 전부터 기후변화 가능성을 끊임없이 제기하였던 과학자들의 우려가 현실로 닥쳐온 것이다.

기상학자들은 과거 수백 년 전부터 동일한 기준을 가지고 관측된 각종 자료를 분석하고, 이를 토대로 다가올 미래의 기후를 예측하느라 여념이 없다. 인류에 닥쳐온 아니면 닥칠지도 모르는 환경재앙에 대처할 수 있는 가장 강력한 예측도구라도 우리 선조들이 후손들에게 정성을 가지고 물려주었던 바로 표준화된 ‘관측자료(data)’를 통해서 비로소 생명력을 갖는다.

관측 data는 미래정보가 아닌 과거 정보이다. 과거에 잘못 이뤄진 관측자료 그리고 잘못 관리된 기상정보는 미래 기후 예측에 악영향을 미친다. 그렇다고 그러한

정보를 미래에 바로 잡을 수 있는 것도 아니다. 그러하기에 우리 후손들에게 다가올 위험을 대비할 수 있도록 우리가 물려줄 수 있는 가장 소중한 자원은 잘 관리된 관측 자료이다.

자료의 중요성이 어디 미래에만 있을 것인가. 매일 매일의 날씨를 쉴 사이 없이 변하고 있다. 그러나 인간은 변화무쌍한 날씨 속에서도 관측 자료를 통하여 날씨를 지배하는 물리법칙을 발견할 수 있었고, 어느 정도 미래의 날씨를 예측할 수 있는 능력을 갖게 되었다. 내일 날씨를 알기 위해서 현재의 관측자료가 기본이 되는 것은 주지의 사실이다. 기온, 습도, 바람, 그리고 강수량, 구름 양 등이 일정한 기준을 가지고 관측된다. 관측자료는 내일의 날씨를 예측하는데 이용되고, 아울러 기록으로 남아 역사가 된다. 즉, 관측자료는 그 시점에서 대자연의 사실적인 기록인 것이다.

오늘날 많은 사람들의 시간과 노력으로 얻은 관측자료는 다양한 목적으로 활용된다. 관측자료를 가공하여 얻은 기상정보는 알게 모르게 우리의 삶에 깊숙이 자

리하고 있으며, 그 사회 경제적 영향력을 추정하기가 버거울 정도이다. 따라서 기상자료에서 나타날 수 있는 오류를 최대한으로 줄이고 보정해서 질 높은 자료를 생산하고, 이를 체계적으로 관리하여 누구에게나 서비스를 할 수 있는 시스템을 갖추는 일이 그 무엇보다도 중요하다.

관측자료가 시간을 거듭하며 쌓이면 기후자료가 된다. 일찍부터 기후자료의 중요성을 인식한 미국과 독일을 비롯한 서방 선진국들은 기온, 강수량 같은 기본적인 기상 관측자료는 물론 온실기체, 에어로솔 등 다양한 형태의 자료를 관리하는 기후자료센터를 설치해 운영해왔다. 미국의 경우 GDP의 1/3(약 4조 달러)이 날씨와 직간접적으로 관련되어 있고, 매년 미국의 기후자료센터는 760억 개의 관측자료를 생산하는 90여 종류의 관측시스템으로부터 자료를 저장하고 있다. 일례로, 미국의 건축학회에서 추산한 자료에 따르면, 동결지수를 제공함으로써 1년에 약 3억 달러의 경제적 인 효과가 있다고 밝히고 있다. 아울러 세계 경제활동의 80% 이상이 날씨의 영향을 받고 있으며, 국내 기상 산업 규모도 2001년 40억 원이었던 매출액이 2009년에는 443억 원으로 급격한 성장추세에 있어 국내 기후자료 축적량은 매년 급증하고 있다.

국내 산업계에서도 양질의 관측자료 요구는 증가하고 있다. 기상청 외에도 한국수자원공사, 한국도로공사 등 29개의 기관에서 자체적으로 기상관측시설을 설치했고, 지상관측망의 경우 기상청보다 6배가 많은 3,600여대를 운영하고 있다. 이에 따라, 지난 2006년 100TB¹⁾였던 국내 관측자료 생산량이 2008년에는

600TB에 달하고 있다.

기후자료의 양적 성장은 바람직한 현상이다. 하지만, 기상청을 제외한 대부분의 자료가 생산기관에서만 한정적으로 이용되고 있고, 비효율적으로 관리되고 있다는데 문제가 있다. 많은 예산을 들여 산출한 자료가 사장되는 것은 국가적 낭비다. 모두가 함께 공유하고 새로운 부가가치를 창출하는 자원으로 개발되어야 한다. 이렇게 되려면 산재된 기후자료를 통합관리하고 국가적으로 활용할 수 있는 인프라 구축이 필요하다. 여기에는 국가기상업무를 총괄하고 지난 100년간 우리나라의 기상자료를 관리해온 기상청의 선도적 역할이 필수적이다.

기상청은 이를 위하여 2011년 국가기후자료센터를 설립할 계획을 가지고 있다. 이 센터는 국내외에서 생산되는 다양한 기후자료를 통합적으로 관리하고, 누구라고 손쉽게 이를 이용할 수 있도록 할 것이다. 아울러 자료의 질을 높여 후손에게 물려줄 것이다.

기상청은 기후자료 관리 및 제공을 통해, 정부시책인 녹색성장 지원과, 국가기관으로서 여러 분야와 연계된 다학제적인 연구를 총체적으로 지원해야 하는 사명을 띠고 있다. 이는 궁극적으로 예보능력 향상과 대 국민 서비스 역량 제고를 통한 국민의 생명과 재산 보호, 삶의 질 향상이라는 기상청의 존재 이유로 귀결되며, 그 밑바탕에는 보존가치가 높은 관측 자료의 생산과 관리라는 전제가 깔려있다. 국가기후자료센터는 그러한 전제를 충실히 충족할 것이며, 미래를 대비하는 국가 인프라로서 국가 기후변화 적응 정책을 수행하는데 있어서 핵심적인 역할을 할 것으로 믿어 의심치 않는다.

1) Tera Byte: 10의 12승 바이트. 즉, 1조 바이트

정책 초점

기후변화통합영향평가에대한 국가기후정보의 역할 | 전성우

친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안 | 권영아

기상정보의 농업적 활용과 전망 | 심교문

기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스 | 원명수

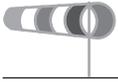
경기도의 기상·기후정보 활용 | 김동영

국가기본풍속지도의 필요성 | 권순덕

국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화 | 김병선

국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담 | 나성준

가치있는 기후정보 | 김윤태 · 정도준



기후변화통합영향평가에대한 국가기후정보의 역할

전 성우

국가기후변화적응센터 정책연구팀장

swjeon@kei.re.kr

I. 기후변화와 통합영향평가의 필요성

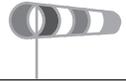
산업혁명이후 진행된 급속한 산업화에 따라 화석연료

사용량이 급증하게 되었으며, 이로 인해 대기 중 온실 가스농도 역시 급격히 증가하게 되었다. 대기 중 온실 가스 농도의 증가에 따른 영향이 최근 들어 각 분야에



[그림 1] 기후변화에 따라 예상되는 영향 및 취약성

자료 : IPCC, 2007

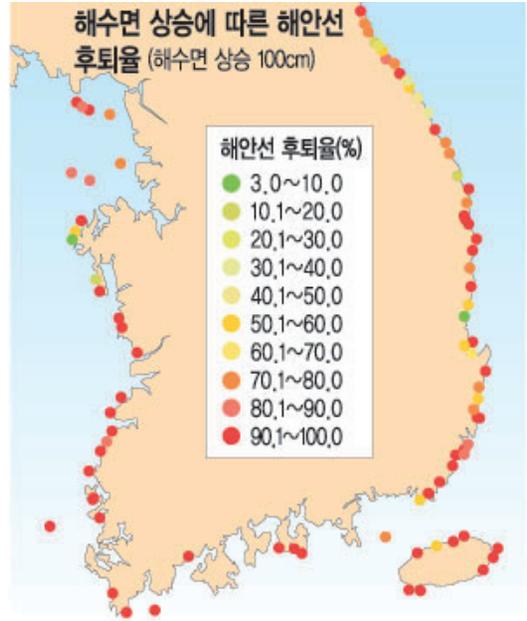


서 극명하게 나타나고 있다. IPCC 4차 보고서(2009)는 지난 100년간(1906-2005) 전세계 평균기온은 0.74℃ 상승하고, 1978년 이후 북극의 여름철 해양빙하 면적이 매년 7.4%씩 축소되고 있으며, 평균 해수면이 역시 매년 1.8mm씩 상승하고 있다고 제시하였다.

또한, 기후변화 따라 예상되는 영향 및 취약성을 평가한 이 보고서에 따르면, 기후변화의 영향으로 물, 식량, 생태, 토지이용 등 다양한 분야에서 감내하기 힘든 수준의 악영향이 발생되게 될 것을 예측하고 있다 ([그림 1]).

우리나라도 기후변화로 인한 영향이 여러 곳에서 관측되고 있다. 지난 100년간(1912-2008) 6개 관측지점(서울, 인천, 강릉, 대구, 목포, 부산)의 평균기온 상승률이 1.7℃로 전 세계 평균의 약 2배 이상이었으며(국립기상연구소, 2009), 해수면의 높이 역시 매년 1-6mm 상승하였는데, 평균적으로 보면 약 4mm로 이 역시 2배를 넘는 상승률이다. 이 같은 관측을 토대로 21세기 말에는 약 1m의 해수면상승을 가정할 때, 전국 11개(동해안 4개, 남해안 3개, 서해안 3개) 사빈해안 후퇴율을 산정한 결과 평균 80.1%를 나타낸다고 예측되었다([그림 2]). 이는 기후변화에 따른 해수면 상승으로 약 90년 후에는 우리나라 바닷가 모래사장 대부분이 사라질지도 모른다는 결과를 나타낸 것이다. (조광우, 2009)

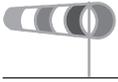
이와 같은 연구결과를 종합해 볼 때 전 세계적인 차원 뿐만 아니라 우리나라에서도 이에 대한 대비가 시급한 실정이다.



[그림 2] 해수면 상승(1m 가정)에 따른 해안선 후퇴율 (조광우, 2009)

몇 달 전 시행된 저탄소녹색성장기본법 시행령¹⁾ 제38조에 따르면 ‘환경부장관은 기후변화로 인한 영향평가 및 적응대책 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 5년 단위로 수립·시행하여야 한다.’고 규정하고 있다. 또한 ‘관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사는 수립된 적응대책에 따라 소관 사항에 대하여 기후변화적응대책 세부 시행계획을 수립·시행’하도록 되어있다. 관계 중앙 행정기관의 경우 국책연구기관 및 관련 전문기관과 유기적인 연계체제에 따라 세부시행계획을 수립·시행하는데 미흡함이 없을 것이지만, 지자체의 경우는 다양한 문제점이 표출될 것으로 예상된다.

1) 저탄소 녹색성장기본법 시행령(2010. 4. 14. 시행)



이러한 현황을 볼 때 우리나라는 기후변화영향에 가장 민감한 지역 중의 하나로 생각할 수 있으며, 정확한 기후변화영향 예측 및 취약성평가를 위한 정책도구를 시급히 개발해야 할 필요성이 높다. 또한 기후변화로 인한 영향과 취약성 평가는 기후변화적응계획 수립에 있어 가장 중요한 부분이므로, 이를 과학적으로 예측하고 평가하는 통합영향평가모형을 개발할 필요성이 매우 높다.

국가기후변화적응센터(KACCC)는 기후변화로 인한 영향을 예측하고 취약성을 평가하는 통합영향평가모형을 개발하는 것을 목적으로 중장기 연구를 수행하고 있다. 또한 축적된 정보들은 가공을 걸쳐 정보전달체계를 통해 다양한 수요기관에 제공하는 것을 목표로 2010년부터 정보시스템을 구축하고 있다. 이러한 점을 고려하여 본 원고에서는 통합영향평가모형의 개념과 개발계획에 대해 기술하고, 국가기후자료센터에서 필요한 정보의 연계체계를 정리해 보고자 한다.

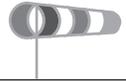
II. 기후변화적응의 개념

기후변화 적응에 관한 개념을 정의하기 위해서는 기후변화와, 취약성에 대한 정의로부터 시작해야 한다. IPCC(2007)에서 “기후변화란, 그 원인이 자연적인 가변성이건 인간 활동의 결과이건 시간이 경과하면서 변화하는 모든 형태의 변화를 의미”하며, “취약성(Vulnerability)이란 한 시스템이 기후변화의 부정적 영향에 대한 한 시스템의 민감도 또는 대처할 수 없는 정도”로 정의하였다. 기후변화 적응 개념은 여러 학자들과 기관에 의해 정리가 이루어졌다. Frankhauser(1996)와 Frankhauser et al. (1999)은 “적응이란 예상되는 기후변화 영향에 대한 자연 및 인간 사회의 적응을 말하며, 긍정적인 영향을 극대화하고 부정적인 조건이 발생할 때, 그 피해를 최소화하는 것을 목표로 하는 체계”로 정의하였다. 이외에도 [표 1]과 같이 국제기구들에서도 기후변화 적응의 정의에 대한 많은 논의가 이루어졌다. (표 1 참조)

[표 1] 기후변화 적응의 정의

	정 의
IPCC	현재 나타나고 있거나, 미래에 나타날 것으로 예상되는 기후변화의 파급효과와 영향에 대해 자연, 인위적 시스템이 조절을 통해 피해를 완화시키거나, 더 나아가 유익한 기회로 촉진시키는 활동
UNDP	기후변화 현상에 수반된 결과를 완화, 대처하고 이용하는 전략을 강화, 개발, 실행하는 과정
UNFCCC	지역사회와 생태계가 변화하는 기후조건에 대응할 수 있도록 취하는 행동
UKCIP	기후변화에 관련된 손해와 그 손해에 따른 위험을 감소하고, 이익을 파악하는 과정, 혹은 그 과정에서 나온 미래 기후조건에 영향을 미치는 결과물
환경부(KOR)	실제 혹은 예측되는 기후변화로 인한 위험을 최소화하고 기회를 최대화하는 기후변화대응방안

자료 : 한화진, 2006을 수정 보완



III. 기후변화통합영향평가모형의 개요 및 개발계획

기후변화 원인물질인 온실가스 배출이 현저히 줄어들더라도 향후 최소 수십 년은 과거에 배출한 온실가스로 인해 온난화는 지속적으로 진행될 것으로 예측되어, 온실가스를 줄이는 완화와 동시에 적응정책을 수립하여 이행하는 것이 필수적이다. 또한 기후변화로 인한 영향은 단순히 한 부분에서 발생하고 소멸하는 것이 아니라 여러 부분이 밀접하게 연계되어 있다. 따라서 단순히 한부분만을 대상으로 모델을 개발할 경우, 연계효과를 보기 어렵다. 기후변화적응정책은 이

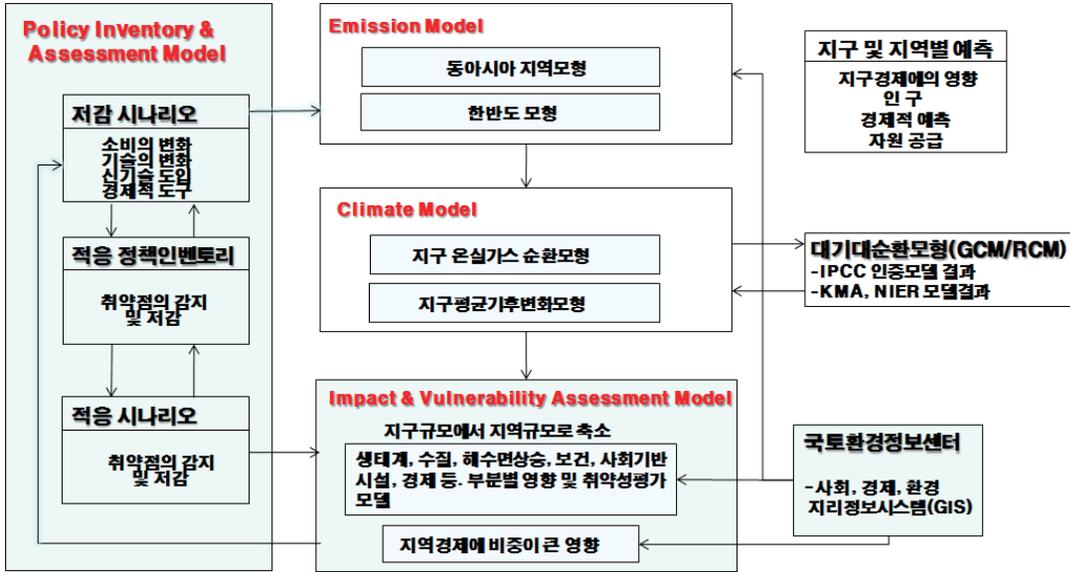
러한 연계 영향을 인과관계에 따라 고찰하고, 이에 대한 파급효과를 정확하게 파악할 수 있을 때 체계적으로 수립이 가능하다.

기후변화영향평가란 미래기후변화의 영향 및 위협에 대한 평가를 의미하며, 그 위협을 감소시키기 위한 방법 개발을 최종목표로 한다. 이를 위해서는 [표 2]와 같이 문제정의의 단계에서부터 적응전략을 평가하기 까지 여러 단계를 유기적으로 연계하여 수행하여야 한다.

기후변화영향평가를 위해서는 [그림 3]과 같이 온실가스배출모형, 기후예측모형, 기후변화영향예측 및

[표 2] 기후변화 적응정책 수립을 위한 단계 및 내용

단계	내용
문제정의	- 기후 영향 평가의 목적과 대상, 평가가 이루어지는 지역, 평가기간, 데이터에 대한 조건을 설정
기후영향분석 기법선택	- 영향을 평가하기위한 방법론 선택. 일반적으로 사용되는 기법에는 평가의 대상과 해당 부문의 가용한 방법론에 따라 그 수준이 다양 - 실험(experiment), 영향예측(impact projections), 생물리화학적 모형 (biophysical model), 경제 모형 (economic models), 통합적 모형 (integrated systems models), 경험적 사례연구(empirical analogue studies), 전문가 의견(expert judgement) 등이 있음
기법의 적합성 평가	- 선택된 기법을 검증하고 세부목표를 수정할 수 있으며, 또 파악하지 못한 장애물에 대한 평가를 실행 - 널리 쓰이는 분석방법에는 예비조사/타당성조사(feasibility studies), 자료수집 및 종합(data acquisition and compilation), 모델검증(model testing)등이 있음
시나리오 선택	- 현재의 상황을 파악하고 예측될 미래의 기간을 설정한 후에는 미래에 대한 예측으로 들어가는데 이것은 기후변화가 존재하지 않는다고 가정하는 경우의 물리적 환경 변화에 대한 영향 평가 및 사회-경제의 변화와 기후변화가 존재하는 경우의 환경, 사회-경제의 변화를 예측
실제 영향평가	- 평가는 시나리오에서 포함된 것과 같이 기후변화가 존재하는 경우와 존재하지 않는 두 경우로 나누어 환경, 사회-경제의 변화를 측정하여, 두 경우의 차이로 파악 - 기후 영향의 평가는 정성적 기술 (qualitative description), 변화지표 (indicators of change), 기준 준수 (compliance to standards), 비용과 이익 (cost and benefits), 지리적 분석 (geographical analysis), 그리고 불확실성과 위험을 분석 (analysis of uncertainty and risk) 등을 통해 이루어 짐
자발적 순응 평가	- 기후변화에 의한 순영향은 기후변화의 영향을 변형시킬 수 있는 완화(mitigation)와 적응(adaptation)이라는 두 가지 반응을 제외시킨 상태에서 평가
적응전략 평가	- 기후변화에 대한 인간의 대응으로써 완화와 적응이라는 행동을 포함 시킨 상태에서 평가 - 한 시스템의 기후변화에 대한 자발적인 순응 과정을 파악하고 또 적극적으로 수립한 적응 전략을 평가함으로써 그 이전의 단계들에 다시 영향을 줄 수 있음

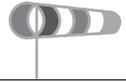


[그림 3] 통합영향평가모형의 연계 개념

주: 음영으로 표시된 부분을 KACCC에서 적극적으로 개발하며, 이외 부분은 전문연구기관과 연계 활용

	단기(1~2년)	중기(3~5년)	장기(6~10년)	목표
기후변화 적응정책 분석	국내외 기후변화 관련 정책 현황분석	지속적인 부처별 업무 지원 및 연계 방안 제시		분야별·부처별 적응 업무 관리 및 지원
	정책 DB 구축	정책 평가지표 개발	정책 추진 관리/지원	
기후변화 통합영향 평가모델 구축	국내외 기후변화 관련 연구 현황분석	통합 기후변화 영향평가 모델 구축(광역차원)		영향평가모델 구축
	국내외 기후변화 영향평가 모델 조사	통합 기후변화 영향평가 모델 구축(광역차원)	통합 기후변화 영향평가 모델 구축(지역차원)	
	각 지역별, 부문별 취약성 평가 및 지표산정	분야별 취약지역 판별/선별	분야별 기후변화 취약지역 전략 수립	취약성 평가
		분야별 경제성 평가		경제성 평가
	분야간 연계성 조사	분야별 모델간 적응의 상호작용 이해/규명		통합모델 구축
	구축된 data 조사 및 표준화 기반 마련	각 지역별, 부문별 통합 기후변화 영향평가를 위한 표준 data set 구축		
지속가능 기후변화적응 전략		모델 검증(사회/경제/제도적) 및 개산관리		분야별·지역별 적응정책 도출/평가/개선
		기후변화에 적응 전략수립		
		적응 정책에 대한 평가 실시 & feedback		
		관련 연구 자료들의 총괄적 데이터베이스 구축과 공유/관리(표준 data set 포함)		
성과물	정책 인벤토리	분야별 평가모델(광역)	광역차원 통합모델	분야별 평가모델(지역) 지역차원 통합모델
기대효과	과학적 자료 및 시스템 통합	기후변화 적응 정책관련 기술 확보	지속가능한 기후변화 적응 및 적응기술의 선진화	

[그림 4] 통합영향평가모형 개발 계획(안)

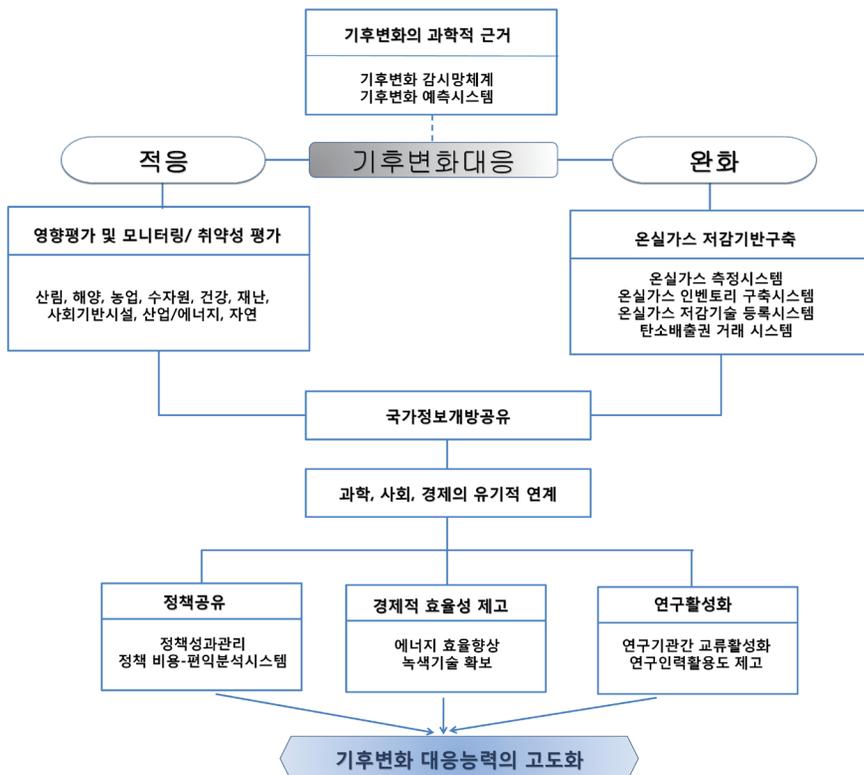


취약성평가모형, 정책인벤토리 및 평가모형이 연계되어 개발되어야만 한다. 우리나라의 경우, 여러 부분별 모형이 전문적으로 연구하는 기관에 의해 독립적으로 개발이 이루어져 왔기 때문에 각 모형들에 대한 연계를 고려하면서 중장기적으로 개발한 사례는 전무한 실정이다.

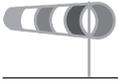
이러한 차원에서 KACCC는 각 부분별 모형의 연계를 위해, [그림 4]와 같이 단기, 중기, 장기의 일정계획하에 부분별 모형의 개발과 연계 일정(안)을 수립하였으며, 이를 지속적으로 보완하며 기후변화 통합영향평가모형체계를 개발할 계획이다.

IV. 국가기후변화정보의 역할

국가차원의 기후변화대응을 위해서는 적응과 완화(감축)를 동시에 고려하여야 한다. 이를 위해서는 기후변화를 체계적으로 감시하는 감시체계와 변화를 예측하는 예측시스템이 필수적으로 필요하다. 이 역할은 기상청에 의해 충실히 수행되고 있다. 기상청에 의해 일차적으로 생산된 기후변화정보는 국가기후자료센터에 의해 제공되고 있는데 이에 대한 역할과 기대효과를 정리해 보면 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 기후변화대응에 있어서 기후정보의 역할



국가기후변화적응센터는 앞서 제시한 바와 같이 장기적인 목표로서 기후변화통합영향평가모형을 개발하고자 한다. 기후변화통합영향평가모형을 개발하기 위해서는 부문별 영향평가모형 개발이 선행되어야 한다. 분야별 영향평가모형의 경우 사용하는 모델에 따라 요구하는 기후자료의 특성이 다를 수 있다. 산림모델의 경우 사용하는 모델의 특성에 따라 평균기온, 평균최대기온, 평균최저기온, 평균강수량, 평균운량, 평균상대습도 등이 활용되고 있다[표 3].

물관리관련 영향평가모형 중 수문 및 수질현상의 시공간적 변화를 모의할 수 있는 SWAT 모형을 활용할 경우 일최대온도, 일최저온도, 일평균강수량, 일평균 풍속, 일평균습도, 태양복사에너지, 잠재증발산량 등의 자료가 요구된다. 특히, 돌발홍수 등에 대한 영향은 물관리, 재난, 사회기반시설뿐만 아니라 건강분야에까지 직·간접적으로 영향을 미치고 있다. 이러한 영향을 예측하고 취약한 지역을 평가하기 위해서는 기상 자료에 대한 모니터링자료가 수반되어야 한다. 건강분

야의 경우, 기후변화에 따른 폭염 및 전염병 발생 확률을 분석하기 위해 평균기온, 최고기온 등의 자료를 이용하고 있으며 대기오염에 따른 천식, 폐암 등의 호흡기계 질환에 대한 평가가 수행되고 있다.그밖에 해양, 물관리, 재난, 산업·에너지, 사회기반시설 등의 분야에서 기상자료를 비롯하여 온실가스²⁾ 및 반응가스³⁾ 자료를 포함하는 모델을 사용하고 있다. 이와 같이 다양한 분야에서 기후변화에 따른 영향 및 취약성 평가를 위해서는 미래기후 시나리오 및 이에 대한 미래에 측 평년값에 대한 자료가 필요하며, 국가적 차원에서 이에 대한 자료를 구축하여야 한다.

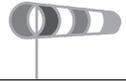
이상에서 언급한 것처럼 기후자료는 기후변화 통합영향평가모형 개발과 밀접한 관계가 있으며 기후변화 적응대책 수립시 의사결정을 위한 기초자료로 활용된

2) 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 염화불화탄소(CFCs), 육불화황(SF₆) 등 포함

3) 오존(O₃), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO_x), 이산화황(SO₂) 등 포함

[표 3] 국내 적용된 기후변화에 따른 식생분포 및 취약성평가 모델 및 기후정보

모델	특징	기후정보
Holdridge (외국)	기상청 자료를 이용하여 기후변화로 인한 식생 분포 파악과 산림 천이과정 및 한반도의 산림 기후대 분석 및 예측	평균기온, 평균강수량
AIM/ limpact (외국)	AIM모델을 이용하여 제작된 Holdridge 생물기후분류의 연구 성과를 이용하여 이산화탄소 농도 배증시의 한반도지역의 자연식생 영향과 적응 가능성을 산림의 이동성을 고려하여 평가	평균기온, 평균강수량
CEVSA (외국)	CEVSA(Carbon Exchange between Vegetation, Soil, and Atmosphere)모델에 의해 현재와 미래의 기후를 예측하여 한반도 생태계 취약성을 평가	평균기온, 평균강수량, 평균운량, 평균상대습도
MC1 (외국)	MC1 모델을 적용하여 한반도 식생분포 패턴 예측과 육상 생태계의 탄소 흐름 분석	평균기온, 평균최고온도, 평균평균증기압, 누적강수량, 누적일사량
TAG (국내)	기온인자와 온량지수를 이용하여 국내수종분포를 TAG (Thermal Analogy Group)형태로 예측	평균기온, 평균최대온도, 평균최저온도



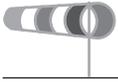
다. 과거 분야별 영향평가모형을 위한 자료구축을 위해서는 많은 시간과 노력이 소요되었으나 국가기후자료센터를 통해 보다 효율적인 연구수행이 가능할 것으로 본다.

최근 저탄소 녹색성장기본법 시행에 따라 국가뿐만 아니라 지자체 차원에서 기후변화 적응이행계획을 수립하여야 한다. 따라서 기후자료는 전문가들에 의한 연구목적의 자료 활용범위를 넘어 지자체 기후변화 적응 대책을 수립하여야 하는 지자체 공무원을 포함하는 의사결정자뿐만 아니라 기후변화 적응을 실천하여야 하는 일반국민까지 자료이용자 및 기후자료의 활용범위가 확대될 것이다. 이에 국가기후자료센터는 향후 보다 다양해질 기후자료 이용자들을 위해 국가의 기후자료를 다학제적인 측면에서 이용될 수 있도록 활용방안을 모색하고 이용자들의 니즈에 적합한 차별화된 서비스를 제공하여야 한다.

참고문헌

국립기상연구소, 2009: 기후변화이해하기Ⅱ: 한반도 기후변화 현재와 미래
 _____, 2009, 한반도 기후변화 추세분석
 기상청, 2007: 기후변화 2007 과학적 근거

조광우, 2009, 해수면상승에 따른 취약성 분석 및 효과적 대응 정책 수립, 한국환경정책·평가연구원
 한화진 등, 2005, “기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축Ⅰ”, 한국환경정책·평가연구원
 _____, 2006, “기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축Ⅱ”, 한국환경정책·평가연구원
 _____, 2007, “기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축Ⅲ”, 한국환경정책·평가연구원
 환경부, 2008, 기후변화적응 마스터플랜 연구
 IPCC, 2007: Climate Change 2007 : “Impacts, Adaptation and Vulnerability, 4th Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK
 _____, 2007: Climate Change 2007 : The Physical Science Basis, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, Ny, USA
 Fankhauser, S., 1996: The potential costs of climate change adaptation. In : Adapting to Climate Change: An International Perspective [Smith, J., N. Bhatti, G. Menzhulin, R. Benioff, M.I. Budyko, M. Campos, B. Jallow, and F. Rijsberman (eds.)]. Springer-Verlag, New York, NY, USA, pp.80-96.
 Fankhauser, S., J.B. Smith, and R.S.J. Tol, 1999: Weathering climate change : some simple rules to guide adaptation decisions. Ecological Economics, 30(1), 67-78.
 Smit, B., I. Burton, R.J.T. Klein, and R. Street, 1999: The science of adaptation : a framework for assessment. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 4, 199-213.



친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안 - 서울시를 사례로 -

권 영 아

서울시 맑은환경본부 주무관
yakwon71@seoul.go.kr

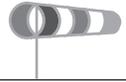
I. 서론

최근 기후변화가 국민생활뿐만 아니라 국가산업 및 경제구조의 변화에 큰 영향을 미침에 따라 기상·기후 정보의 중요성은 어느 때보다 높으며, 그 수요도 지속적으로 증가하고 있다. 특히, 인구가 밀집되어 있는 대도시의 경우, 고밀도의 도시개발 및 인구 집중으로 도시에서는 도시 열섬현상이나 공기 순환 능력 저하 등이 심화됨에 따라 대기환경의 쾌적성 저하 및 시민 건강에 위협을 줄 수 있다. 따라서 대도시에서는 도시공간이 시민들의 삶의 질에 많은 영향을 미치므로 쾌적한 환경을 만들기 위한 노력이 진행 중이다.

전체 인구의 25%가 밀집되어 있는 서울시는 시민들의 쾌적한 삶을 유지하고 기후변화의 위협으로부터 재산과 인명 피해를 최소화하기 위하여 기상·기후 정보

를 수집·생산하고 있다. 친환경 도시 관리에 있어 도시 기후 정보는 필수적이다. 그러나 현재 기상청에서 제공하고 있는 기상 정보만으로는 지방자치단체의 비전문 이해관계자들이 계획 과정에서 기후를 고려하기에는 현실적으로 불가능하다. 특히, 도시계획이나 도시 관리를 위해 활용하기에는 정보 제공의 유형에도 한계가 있다.

이에, 최근 서울을 비롯한 여러 지방자치단체에서는 각 지역의 기후 정보를 확보하기 위하여 지역 특성을 반영한 기후지도를 자체적으로 제작하고 있다. 그러나 현재 지역적 차이를 분석하기 위해 활용되고 있는 자동기상관측지점을 보면, 대부분 설치 목적이 도시기상 관측이 아니었기 때문에 관측환경에 대한 부분이 수정되어야 하며, 관측지점의 수량 및 관측기간도 기후 지도를 제작하기에는 부족하다는 한계가 있다. 또한



전문 인력풀의 부족으로 기후지도 제작이 대부분 비전문기관의 학술용역에 의해 추진되고 있으며, 지속적인 업데이트 등의 문제점이 있다.

따라서 본 원고에서는 친환경 도시관리를 위한 외국의 기후 정보 활용 사례를 살펴보고 향후 기상청과 지방자치단체가 추진해야 할 방안에 대해 생각해보고자 한다.

II. 친환경 도시관리를 위한 외국의 기후 정보 활용 사례

1. 독일

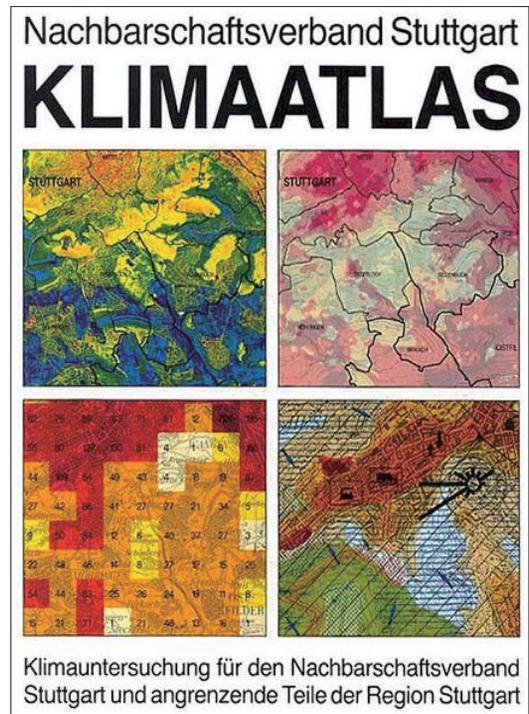
1) 슈트트가르트(Stuttgart)시

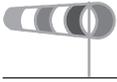
남부독일에 위치한 인구 60만의 슈트트가르트는 바람길을 이용한 도시계획 등 친환경 도시관리의 대표적인 도시로서 여러 도시들에서 벤치마킹하고 있다. ‘환경 선진 도시’ 슈트트가르트시에서는 1938년부터 도시기후 전문가를 영입하였으며, 현재는 8명의 환경전문가로 구성된 도시기후국을 운영하면서 친환경 도시관리에 필요한 기후 정보들을 생산하고 도시계획 과정에서 자문 기능을 강화하였다. 또한 1970년대부터 도시환경과 관련된 각종 자료를 지도로 표시해 도시계획 과정에서 활용해왔으며, 1980년대 초반에 도시기후지도 제작하기 시작했다.

메르세데스-벤츠와 포르쉐 공장이 위치한 슈트트가르트는 서울과 같은 분지 지형으로 과거에는 대기

오염이 심한 공업 도시였다. 그러나 온도·습도·풍속·강우 등 기상 자료와 대기오염 자료를 꾸준히 수집해 ‘기후환경지도’에 축적하고 이를 토대로 ‘토지이용지침도’를 만들었다. 토지이용지침도에는 ‘기후학적으로 중요해서 토지이용 변화에 따른 영향이 민감한 지역’과 ‘기후학적으로 영향력이 적어 집약적인 개발이 가능한 지역’ 등이 표시되어 있기 때문에, 지역 주민·건축가·시청의 공무원들은 반드시 업무에 이 지침을 참고해야 한다. 예를들어, 온도 분포, 바람길 등을 나타낸 기후지도에 기초하여 바람길에 해당하는 지역에는 건물을 지을 수 없도록 하였다(서울시, 2008).

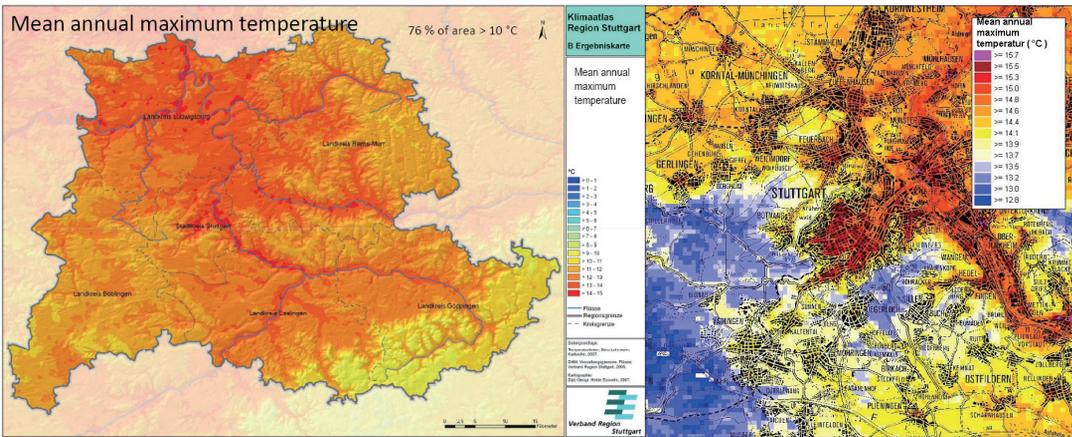
슈트트가르트는 일상생활과 밀접한 관련을 가지고 있는 미기후변화에 따른 도시열섬, 에너지 과소





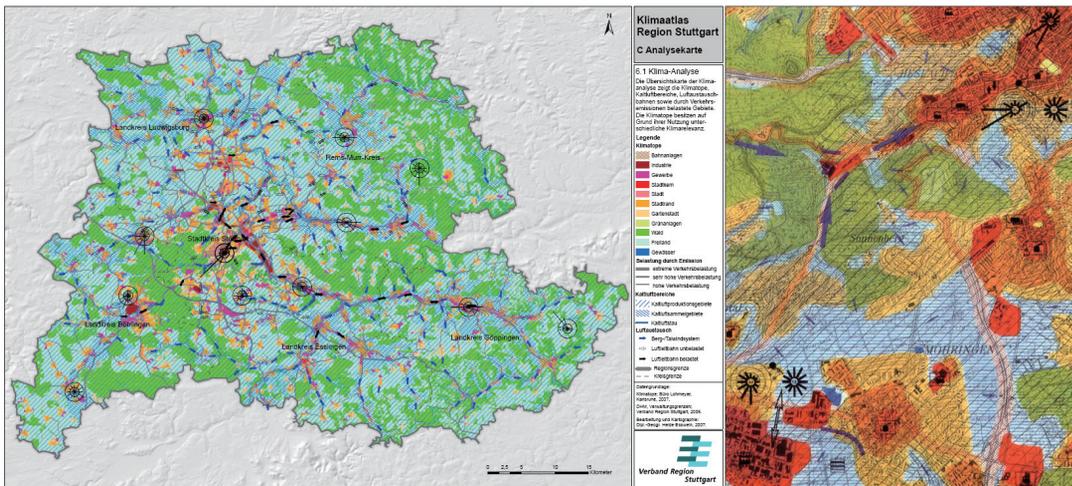
비, 대기오염 증가 등을 최소화하기 위해 도시계획·건축계획 과정에 기후요소를 도입하는 “기상특성을 고려한 도시계획(Urban Design with considering Micor Climate)”을 추진하고 있으며, 연방정부의 건

축법 규정을 통해 기후를 고려하도록 하는 법적 근거를 마련하였다. 따라서 2004년부터 모든 계획에 환경영향평가를 하도록 법제화하였다. 이처럼 슈트트가르트시가 녹색생태도시로 명성을 얻은 것은 기후환



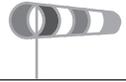
[그림 1] 슈트트가르트시의 연평균 최고기온 지도

출처: http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/index-5.htm



[그림 2] 슈트트가르트시의 기후분석지도

출처: http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/index-5.htm



경지도를 잘 활용해 각종 개발행위를 사전에 판단하고 실제 토지이용과 도시계획 과정에 적용하고 있기 때문이다.

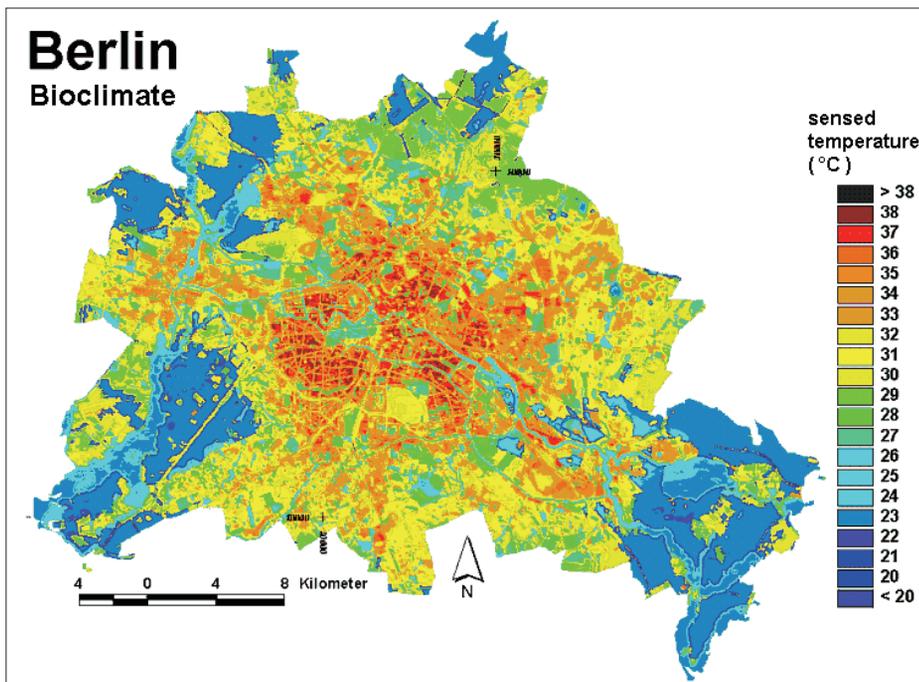
독일 슈트트가르트시는 기후환경의 연구 결과를 대기 오염 분석이나 도시환경계획 과정에서 활용하고 있으며, 이를 클리마아틀라스(KLIMAATLAS)라고 한다. 클리마아틀라스는 기후요소별 분포도, 기후분석도(기후해석도), 대책제언을 위한 지도 등으로 구성되어 있다.

이와 더불어 슈트트가르트시는 해상도가 좋은 항공 열적외선 사진(해상도 8-10m)을 제작하여 도시기상

관측지점 선정 등 열환경의 공간분포 특성을 고려하는데 활용하고 있으며 기후요소별 분포도 작성시에는 기상관측결과나 시뮬레이션 결과 등을 함께 활용한다.

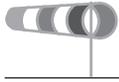
2) 베를린 시

베를린 시는 1981년에 도시개발 및 환경보호부(Berlin Department of Urban Development and Environmental Protection)가 설립되었으며, 도시계획에 적합한 환경정보가 부족하다는 것을 인식하고는 1985년과 1987년에 2권의 환경지도책(Environmental Atlases)을 만들기 시작하였다.



[그림 3] 베를린시의 온도 분포도

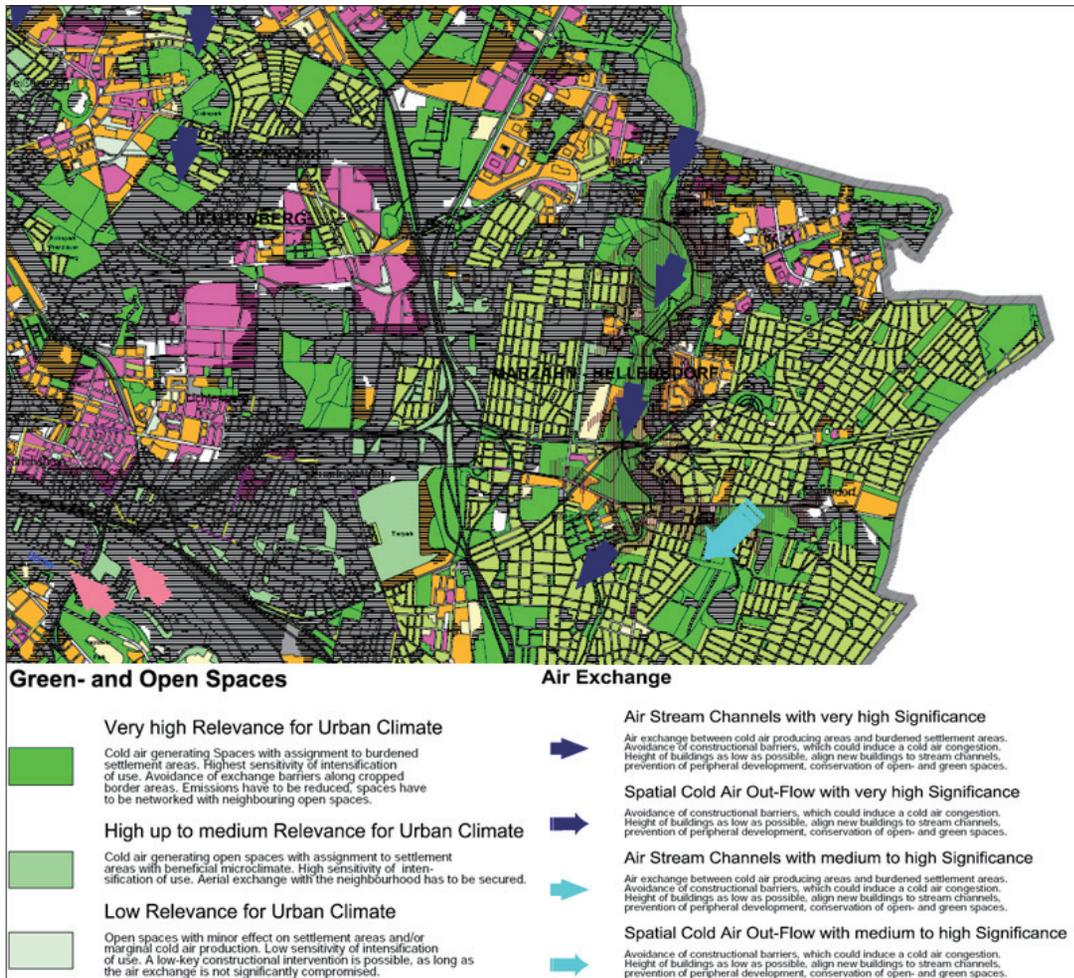
출처: http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/index-2,htm



이 환경지도는 도시개발 및 환경 부분에 대하여 대략 80개 주제와 500개 이상의 지도로 제작되었으며, 1995년 이후에는 디지털 환경지도로 인터넷을 통해 제공하고 있다.

기후지도는 수치시뮬레이션을 이용하여 제작된 것과

기존 기후지도를 비교·분석하여 제작되는데, 지역 기상모델인 FITNAH(Flow Over Irregular Terrain With Natural And Anthropogenic Heat Sources)를 이용하여 베를린 지역의 바람 및 온도 등 기후환경 변화를 예측한다. 또한 FITNAH 모델 결과에 기초해 “기후상관지도(Climate Functions Map)”



[그림 4] 베를린시의 “도시계획지침기후지도”(1:50,000)

출처: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/karten/pdf/e04_11_2_2004.pdf

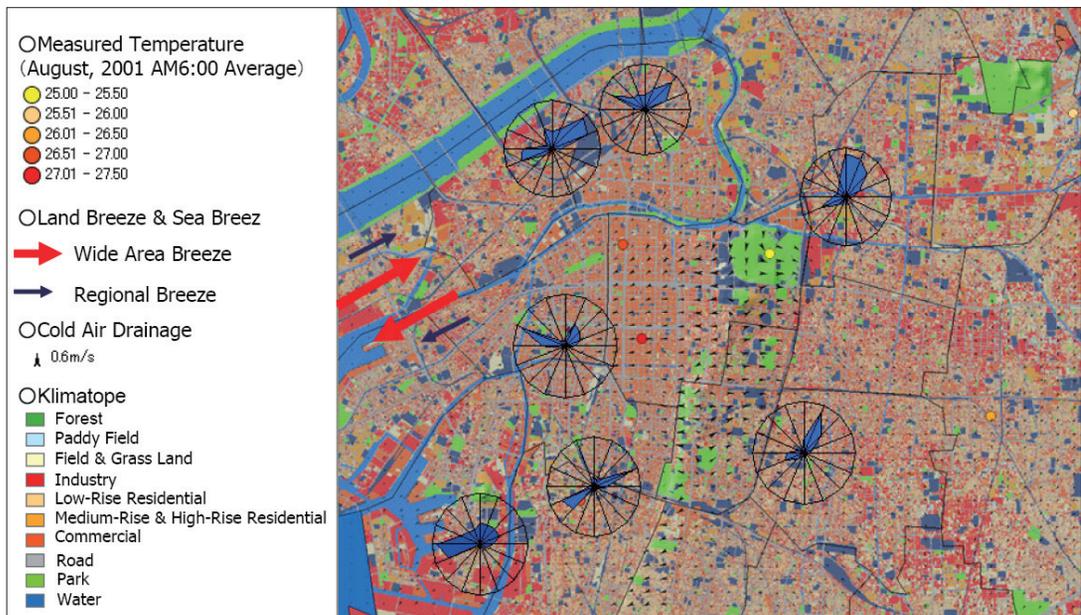
와 “도시계획지침용기후지도(Planning Advices Urban Climate Map)”를 작성하여 도시계획에 활용하였다.

기후상관지도에는 도시 계획과 관련한 실제 기후상황을 표현하였으며, 완충지역과 영향지역간의 공간적 상관관계 뿐만 아니라 생물 기후학적 부하조건, 찬공기를 생성시키는 지역의 완충효과를 강조하였다. 기후상관지도에서 제시된 계획과 관련된 결과에 대한 종합적인 평가로 도시계획지침기후지도에서는 도시구조 변화의 측면에서 기후활동의 민감도를 평가해 제시한다(서울시, 2008).

2. 일본

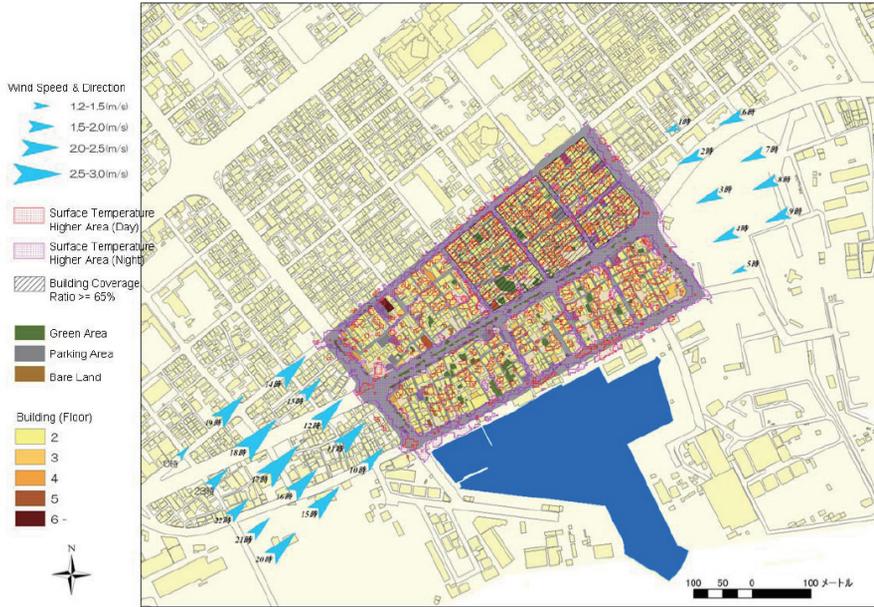
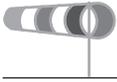
1) 오사카와 고베시

오사카, 고베 등 일본 대도시들은 덥고 습한 기후와 도시화로 인한 도시열섬 현상 등으로 인해 도시계획에 있어 도시기후가 중요 문제 중 하나로 부각되고 있다. 도시계획 등 의사결정을 지원하기 위하여 오사카와 고베의 고마가바야시 지역(Komagabayashi District)을 대상으로 작성된 「도시환경지도」는 크게 “기후분석지도(Climate Analysis Map)와 지침지도(Recommendation Map)”로 구성되어있다.



[그림 5] 오사카 시의 기후분석 지도

출처: <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/79052.pdf>



[그림 6] 고베 고마가바야시 지역 기후분석 지도

출처: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1156.pdf>



[그림 7] 고베 고마가바야시 지역 지침지도

출처: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1156.pdf>

오사카의 기후분석지도는 기후연구결과를 계획 및 설계에 적용한 새로운 접근방식으로 1/25,000의 축척으로 작성되었다[그림 5]. 최근 오사카 시청에서는 오사카만에서 불어오는 바닷바람을 도심으로 유도하여 도시의 열을 식히려는 프로젝트를 추진하고 있다.

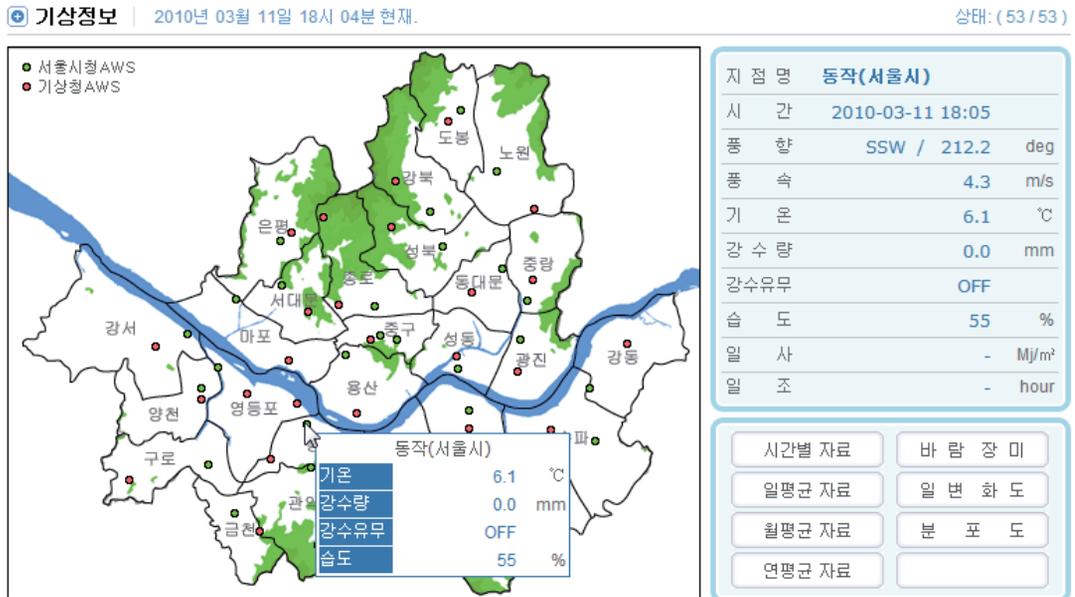
고베 고마카바야시 지역의 기후분석지도는 대기중 열-적외선 이미지를 사용하여 지표면 온도를 추출하고, 바람길에 부정적 영향을 미치는 고밀도 지역 및 여름철 시간별 주요 풍향·풍속을 지도에 표시하고 있다[그림 6]. 또한 [그림 7]과 같이 기후분석 지도를 근거로 작성된 지침지도에는 보존되어야 할 지역, 지표면 온도가 더 낮게 유지되어야 할 지역, 통풍이 향상되어야 할 지역, 낮과 밤의 주요 풍향이 제시되었다(서울시, 2008).

III. 친환경 도시관리를 위한 서울시 기후 정보 구축

1. 도시 기상·기후 자료 구축

서울시에서는 친환경 도시관리를 위한 기초 자료를 구축하기 위하여 서울시 교육청 및 초등학교에 협조 요청하여 서울시내 초등학교를 중심으로 90여개의 백엽상을 설치한 후 디지털 온습도계(HIOKI)를 이용하여 2004년부터 기온과 습도를 측정하였다. 그러나 자료 관리 및 자료 수집(3개월마다 수동으로 수집)의 어려움 때문에 2009년 2월 자동기상관측시스템(AWS) 26를 각 자치구별로 설치하였다.

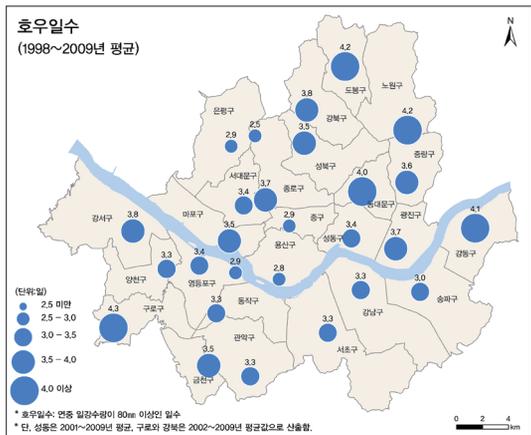
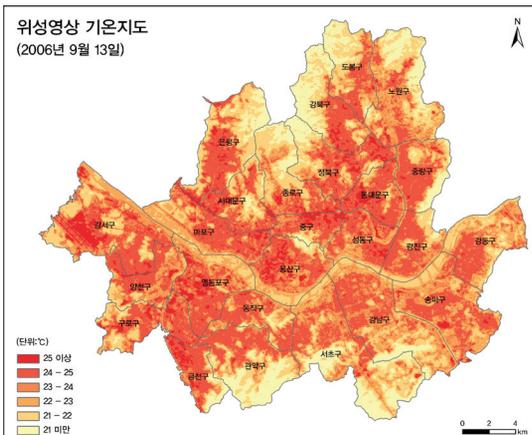
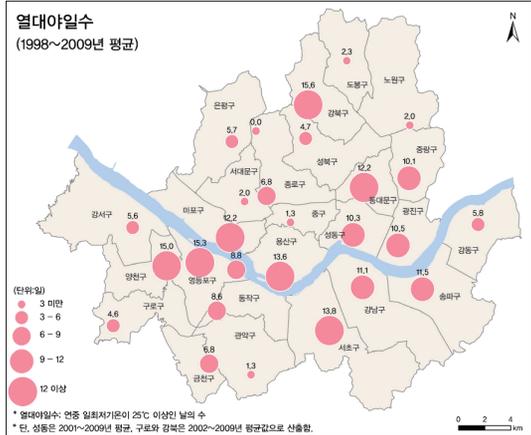
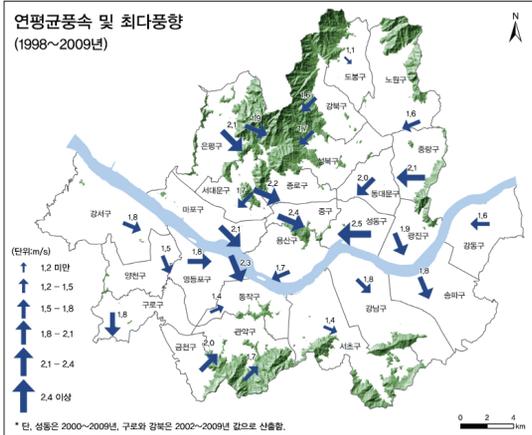
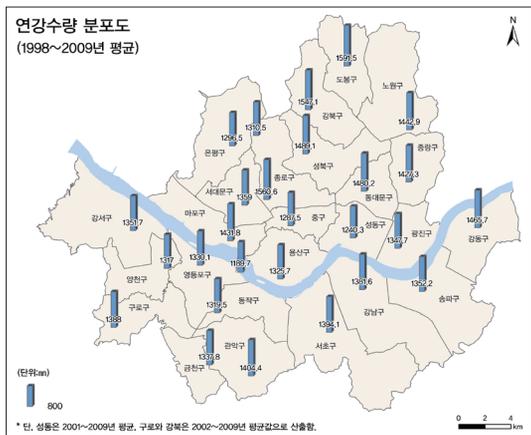
따라서 서울지역은 기상청에서 운영하고 있는 서울기



[그림 8] 서울시 자동기상관측시스템(AWS)에서 제공되는 기상정보

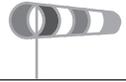


정책초점



[그림 9] 서울시 기후 지도의 예

출처: 서울시 기후·에너지 지도 제작(3차년도)



상대 및 26개 AWS 자료와 서울시에서 운영하고 있는 26개 AWS를 포함하여 총 53개 기상관측망이 있다.

2. 기후·에너지 지도 제작

에너지 사용과 기후는 밀접한 관련을 가지고 있고 최근 기후변화 대응과 관련하여 에너지 절감에 대한 부분이 이슈화되면서 서울시에서는 체계적으로 에너지를 관리하고 친환경 도시관리를 위해 3차에 걸쳐 기후·에너지 지도를 제작하였다.

1차년도(2007)에는 기후지도에 대한 개념을 정립하고 우선적으로 기온에 대한 지도를 시범 제작 및 매뉴얼을 작성하였으며, 2차년도(2008)에는 기후요소(기온, 강수, 습도, 풍향, 풍속) 및 에너지원(전력, 가스, 지역난방, 상수도)에 대해 2005년~2006년 자료를 구축하고 지도화 하였다. 3차년도에는 서울시 기후·에너지 지도를 작성하여 기후변화 대응계획 수립이나 친환경적인 도시관리 정책 수립 시 기초자료로 활용하고 시민들에게 다양한 서울의 기후정보를 제공하기 위하여 지역별 기후특성 및 에너지사용 현황을 지도화하고 DB로 구축하였다[그림 9].

기후지도는 100년 이상의 장기간 기상자료를 보유하고 있는 서울기상대(108지점)의 자료를 활용하여 시계열 특성을 분석하였으며, 지역별 공간 분포 특성을 나타내기 위해 각 구별로 2개씩정도 분포하고 있는 자동 기상관측지점(AWS)의 자료를 활용하였다. 또한 보조 자료로서 Landsat-TM 위성영상을 이용하였으며, 에너지 분포 현황도를 참고하였다.

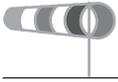
IV. 결론 및 제언

환경에 대한 관심이 고조되고 있는 현 시점에서 도시 단위에서의 기상·기후정보는 여러 측면에서 유용하게 활용될 수 있다. 특히, 최근 이슈가 되고 있는 기후변화에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 지역단위의 기후정보가 제공되어야 한다.

그동안 우리나라에서는 도시기후 연구가 활발히 이루어지지 못했는데, 그 주된 이유는 도시 기후를 모니터링 할 있는 기상자료의 부재 때문이라 생각된다. 즉, 기존 기상관측지점은 도시방재 목적으로 설치되어 있기 때문에 관측지점의 위치 및 관측환경이 도시기후를 연구하기에는 적합하지 않다. 따라서 이에 대한 고려가 선행되지 않는다면 도시 기후정보 활용에 한계가 있을 수밖에 없다.

이러한 문제를 해결할 수 있는 방법은 국가 기상정보를 총괄하는 기상청과 지방자치단체가 유기적으로 협력하여 해결방안을 모색하는 것이다. 각 지자체마다 지리적 특성이 다르기 때문에 전국의 지역적 특성에 맞는 도시기상관측시스템을 구축하고 효율적으로 운영하기 위해서는 지자체와 공동·협력해야 한다. 예를 들어, 기상청은 도시가 가지고 있는 특성을 감안하여 도시기상관측시스템을 설치할 수 있는 관측환경에 대한 지침과 기술정보를 제공하고 지자체는 도시기후 관측 환경에 적합한 장소 섭외, 도시기상관측시스템 재정비 및 확대구축 등 도시기후모니터링 체계를 갖추어 수 있도록 적극적으로 협조해야 한다.

또한 생산되는 기상관측자료에 대해서는 기상청에서



총괄적으로 수집하여 표준화된 방식으로 품질관리해야 하며, 검증된 자료는 지자체에서 손쉽게 활용할 수 있도록 제공되어야 한다. 그리고 각 지자체에서 요구하는 기상정보에 대한 수요조사를 통해 국가 차원에서 지원할 수 있는 부분은 지원해주고 지자체에서 별도로 구축해야 하는 정보에 대해서는 기준 지침 등을 제공해 줄 수 있다면 정책 기초자료 구축에 많은 도움이 될 것이다.

친환경 도시관리를 위한 신뢰할 수 있는 기후 정보를 구축하기까지는 시간과 많은 노력이 필요하겠지만, 지금이라도 시작하지 않으면 더 늦을 것이다.

참고문헌

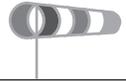
서울시, 2008: 서울시 기후지도제작(2차년도), 395pp

서울시, 2010: 서울시 기후·에너지 지도 제작(3차년도)

Tanaka, T., et al., 2004: Application of GIS to make 'Urban Environmental Climate Map' for Urban Planning, Proceedings of the Fifth Conference on Urban Environment (<http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/79052.pdf>)

_____, et al., 2005: Urban Environmental Climate Map for Community Planning, Proceedings of ESRI International User Conference (<http://gis.esri.com/library/usercont/proc05/papers/pap1156.pdf>)

Climate Booklet for Urban Development (http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/index-5.htm)



기상정보의 농업적 활용과 전망

심 교 문

국립농업과학원 농업연구사

kmshim@korea.kr

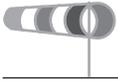
1. 서론

농업은 기상 혹은 기후에 따라 크게 영향을 받는 산업이다. 기온, 강수량, 일조시간 등에 따라 재배 가능한 작물이 결정될 뿐만 아니라, 파종, 병충해, 물 관리, 농약살포, 추수, 건조, 보관 등 농작물의 파종 전부터 수확 후까지 일련의 모든 영농작업이 기상에 의해 크게 좌우된다. 실제로 거의 모든 농민들은 오늘의 날씨, 내일의 날씨에 대한 일기예보에 귀를 기울이고, 일기예보를 바탕으로 영농 작업을 계획하거나, 이미 세웠던 계획을 수정하는 등 기상정보에 매우 민감하게 반응하고 있다. 최근 대규모 영농과 특수작물재배 등 기업농·과학농의 출현으로 작물품종선택 및 작물의 안전재배를 위해서 영농과 관련된 기상·기후정보에 대한 수요가 급증하고 있는데도 농민이 얻을 수 있는 기상정보는 기상청에서 일반대중을 대상으로 제공하는

일기예보가 거의 전부인 실정이다. 반면에 최근 이상기상이 자주 출현하고 앞으로도 더욱 더 증가될 추세이어서 보다 정확하고 상세한 농업기상정보의 생산과 제공이 절실히 필요하다.

세계기상기구(WMO)는 지속농업 구현을 위한 농업기상의 역할 중에서 농업기상관측망의 개선과 강화, 농업기상정보의 콘텐츠 개발, 기후변화와 변동에 대한 농업적 이해 증진, 계절 및 연차 간 기후정보의 활용 촉진, 악기상 조기경보 및 감시시스템의 확립과 강화 등을 우선순위가 높은 분야로 보고하고 있다(WMO, 1999).

따라서 농촌진흥청은 2000년부터 정보화 기술개발 사업의 일환으로 전국의 농업용U자동기상관측장비(Automatic Weather Station; AWS)를 전산망



에 통합한 전국 농업기상관측망을 구축하고, 농업기상자료의 수집, 저장을 체계화하는 한편, 이를 이용하여 농업인, 정책결정자, 연구원 등에게 필요한 형태로 농업기상정보를 제공하고 있다(신재훈 등, 2000). 본 논문에서는 농촌진흥청에서 운영하는 농업기상관측과 정보제공 시스템의 현황과 국내외의 기상정보의 농업활용 분야 및 향후 전망에 대해서 소개하고자 한다.

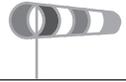
II. 농업기상관측 및 정보제공 시스템의 현황

1. 농업기상관측망 현황

농촌진흥기관에서 운영하고 있는 농업기상관측지점은 2009년 11월 현재, 총 192지점으로, 이 중에 116개 지점의 AWS가 농촌진흥청에서 운영되고 있는 농업기상정보 서비스망에 연결되어 대내외적으로 기상정보를 제공하고 있다([표 1]). AWS는 농촌진흥청 산

[표 1] 농업기상정보시스템 자료수집 지점

구분		관측지역
소속기관 (7)	국립식량과학원(6)	벼맥류부(익산), 영덕출장소, 상주출장소, 계화도시험지, 운봉시험지, 교령지농업연구센터
	국립원예특작과학원(1)	사과시험장(군위)
도농업기술원 (10)	충청북도(1)	도농업기술원
	전라남도(6)	도농업기술원(나주), 원예연구소(구례), 녹차연구소(보성), 과수연구소(고흥, 해남, 완도)
	경상남도(1)	도농업기술원(진주)
	제주도(2)	제주도원 서부농업기술센터, 제주도원 강정연구센터
시군 농업기술센터 (99)	경기도(18)	시흥, 양주, 파주, 안성, 평택, 화성, 용인, 여주, 이천, 광주, 김포, 양평, 고양, 포천, 연천, 가평, 의왕, 의정부
	강원도(12)	원주, 철원, 화천, 양양, 횡성, 홍천, 강릉, 삼척, 춘천, 태백, 속초, 영월
	충청북도(6)	제천, 옥천, 진천, 청주, 충주, 음성
	충청남도(12)	보령, 금산, 홍성, 태안, 연기, 당진, 청양, 논산, 예산, 서천, 공주, 부여
	전라북도(7)	정읍, 무주, 남원, 김제, 진안, 완주, 장수
	전라남도(14)	여수, 고흥, 무안, 함평, 영광, 장성, 진도, 영암, 담양, 구례, 장흥, 해남, 광양, 광양(진상면)
	경상북도(14)	경주, 영주, 상주, 군위, 성주, 칠곡, 울진, 구미, 안동, 영양, 예천, 청송, 봉화, 청도
	경상남도(12)	창원, 진해, 통영, 김해, 밀양, 거제, 의령, 창녕, 고성, 하동, 마산, 양산
	부산광역시(1)	부산
	인천광역시(2)	옹진(영흥도), 부평
	울산광역시(1)	울산
전체		116 개소



하 연구기관, 시험장 및 지방 농촌진흥 기관의 농업기술센터를 중심으로 설치되어 운영되고 있다. 정보화사업이 수행되기 전에는 AWS가 대부분 개별적으로 설치되었기 때문에 센서종류 및 통신방식이 서로 상이하여 네트워크에 의한 정보의 통합이 불가능하였다. 그리고 자료수집기의 종류도 국내에서 제작된 진양공업(주)과 웨더텍의 장비에서 수입제품인 Campbell scientific과 Solus 등 다양하였다. 장비가 설치된 장소는 농업기술센터 또는 농업기술센터에서 5~20km 정도 떨어져 있는 농작물 예찰답(豫察畝)([그림 1])이고, AWS 관측자료는 전용회선 또는 전화회선에 의해 농업기술센터 사무실내의 관측자용 PC로 수신되고 있었다. 농촌진흥청의 정보화 기술개발 사업을 통해서, 농업기술센터의 관측용 PC에 인터넷 회선을 연결하고, 다른 기종의 데이터로거를 통합할 수 있는 농업기상관측망 클라이언트 프로그램을 새로 개발하여

설치하였다. 2003년부터는 농업기상정보시스템은 외부업체에 의해 위탁 관리되고 있으며, 주요 작물재배 지대별로 47개소의 중점관리지점을 선정하여 집중관리하고 있다([표 2]).

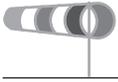


[그림 1] 농업자동기상관측장비의 설치 장면

[표 2] 중점 관리지점(주요 농업지대 47개소)의 현황

지대구분	개소수	벼	과수	채소	기타
중서부평야지대	4	당진, 보령, 평택	-	파주	-
중북부내륙지대	7	철원, 양평, 이천, 진천	충주	포천	춘천
태백고령지대	4	제천	-	평창, 봉화	인제
동해안지대	3	속초, 영덕	-	-	삼척
소백서부내륙지대	3	연기	-	청원	공주
중부산간지대	4	상주, 안동	옥천, 영주	-	-
차령남부평야지대	3	익산, 정읍, 김제	-	-	-
노령산간지대	3	남원	함양	무주	-
영남분지지대	4	경주, 울산	군위	성주	-
영남남부지대	5	하동, 김해	-	창녕, 거제	의령
호남남부지대	6	고흥, 해남, 담양	나주	장성	장흥
도서지대	1	-	서귀포	-	-
	47	24	7	10	6

* 도별 : 경기(6), 강원(5), 충북(5), 충남(4), 전북(4), 전남(6), 경북(8), 경남(7), 제주(2)



2. 농업기상정보서비스 현황

농촌진흥청에서 운영하고 있는 농업기상정보의 웹 서비스는 크게 현재 농업기상, 농업기상분석, 농업기상응용, 주간농업기상소식으로 메뉴가 구성되어있다(표 4). 현재 농업기상 메뉴에서는 각 관측지점의 실시간 농업기상관측정보(시간단위)와 영농지수를 제공하고 있고, 내고장 날씨는 아피스(AFFIS) 1500¹⁾에 링크되어있으며, 기상예보·특보, 위성·레이더는 기상청에 링크시켜놓고 있다. 영농지수는 병해충지수(그림 2)와

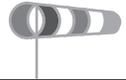
자외선지수, 농약살포지수의 하부메뉴로 구성되어 있고, 전국 주요 시군에 대하여 서비스하고 있다.

다음으로 농업기상분석 메뉴에는 관측지점의 일별, 월별, 연별 농업기상을 조회할 수 있으며, 조회결과를 파일로 다운 받을 수 있다. 그리고 기간별로도 조회가 가능하고, 조회결과는 일별, 반순별, 순별, 월별 보고서로 작성하여 파일로도 다운 받을 수 있다. 한편, 관측된 농업기후자료는 농업지대별, 관측 지점별, 연도별로 비교할 수 있다. 기상청에서 실시간으로 제공되는 기상정보를 토대로 경희대학교와 국립농업과학원과 공동으로 전국 1,500개 읍면단위에 대한 상세 농업기상정보를 생산하여 제공하고

1) 기상청 발표 단기에보를 읍면 단위로 세분(1500개)하여 한국 농림수산정보센터(AFFIS)에서 인터넷(<http://weather.affis.or.kr>)을 통해 무료로 제공하고 있음(AFFIS1500)

[표 4] 농업기상정보시스템의 주요 제공 업무 내용

주요 제공 업무	서비스 항목	비고
현재 농업기상	전국날씨/영농지수	
	내고장 날씨	아피스 1500 링크
	기상 예보/특보	기상청 링크
	기상분석도	
	위성/레이더 농업기상관측	기상청 링크
농업기상분석	농업기상 일보/월보/년보	
	기간/지대/지역/연도별 비교	
농업기상응용	방재기상	
	전국 병해충 정보	
	경기도 병해충 정보	경기도 농업기술원 링크
	사과 병해충 정보	원예연구소 링크
	감자역병 예보	고령지 농업연구소 링크
	생장도일	
	한발지수 난방부하량	
주간 농업기상	주간농사정보	본청 정보로 통합 링크
	농작물병해충예보	본청 정보로 통합 링크



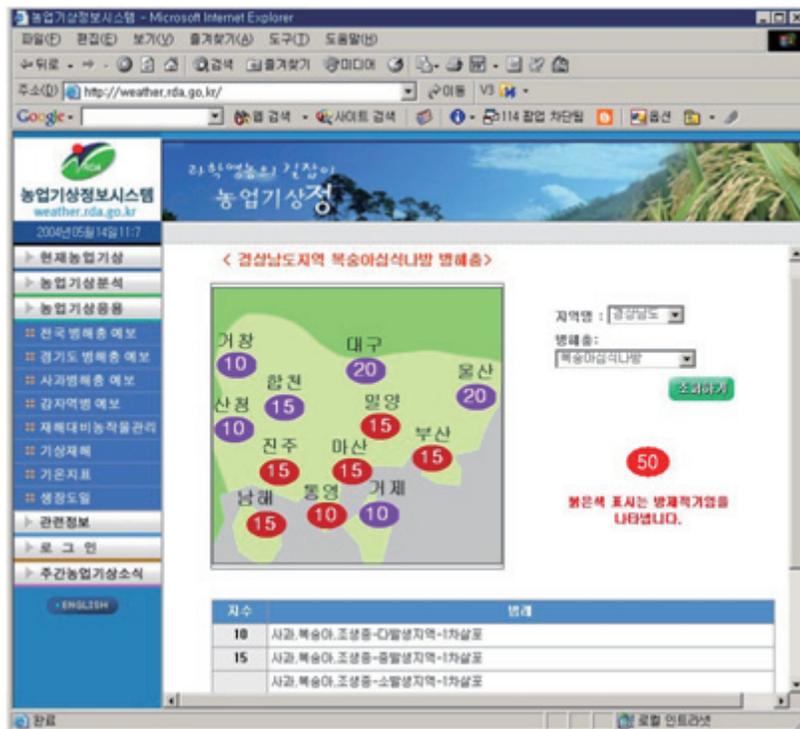
마지막으로 간단한 농업모형을 적용하여 영농에 직접 도움 될 수 있도록 농업기후분석정보를 제공하고 있다. 이용자는 해당되는 지점과 기타 조건을 입력하여 표 또는 그림으로 분석결과를 볼 수 있다. 그 첫 번째는 시설 난방부하량 계산 서비스다. 난방부하는 시각별로 계산하여야 하므로 전일의 최저기온과 금일의 최고기온, 평균기온에 따른 추정식을 사용하여 시각별 자료를 산출하고, 이 값과 설정온도, 온실의 형태 등 여러 조건으로부터 기간 난방부하량을 계산하여 제시하도록 하였다. 다음으로 토양수분 변화의 계산이다. Prestly-Taylor 방정식을 적용하여 증산량을 추정하였으며 강수량과 증산량으로부터 토양수분의 감소

를 계산하되, 토양종류별로 포장용수량, 위조점(萎凋點)²⁾을 달리하여 토양특성이 반영될 수 있도록 하였다. 생장도일도 마찬가지로 상한값, 기준온도, 적산방향을 입력하여 검색할 수 있도록 하였다.

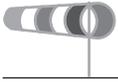
III. 농업기상정보의 활용 분야

농업기상의 현장 활용 분야로는 농업기상 감시, 작물

2) 토양수분이 없어져서 물 포텐셜이 낮아지면 식물은 뿌리에서의 수분흡수가 어려워져서 시들기 시작됨



[그림 2] 농업기상정보(병해충)의 웹서비스 장면
출처 : <http://weather.rda.go.kr>

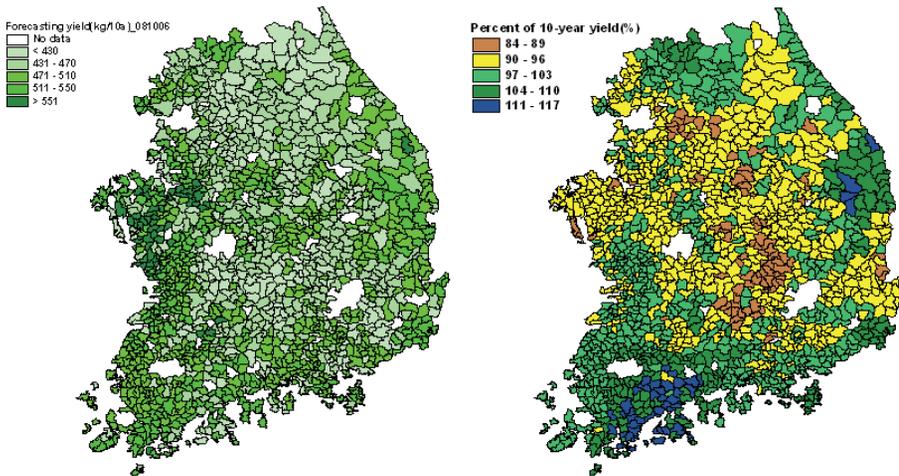


생산 환경 평가, 기상관련 재해경감, 농업기후자원평가, 기상·기후조절 등인데, 현장 활용성이 높은 농업기상정보를 생산·제공하기 위해서는 주요 농업기상요소에 대한 관측, 수집, 품질검사와 저장 등의 기상자료 생산과정과, 이들 자료를 가공, 분석, 평가하여 농업기상 예측 또는 예보정보를 작성하는 농업기상정보 생산과정이 필요하다. 일반적으로 농업기상예보는 현재 또는 앞으로의 작황평가와 깊은 관련이 있다. 즉, 작물의 발육단계와 수량성, 파종밀도, 재배입지, 재배면적과 같은 생산에 영향을 미치는 요소에 대한 예보를 말하는데, 예시로는 생물기후 예보, 토양수분예보, 수확량 예보 등을 들 수 있다. 농업기상정보는 국가 식량안보의 해결, 국가자원관리 등의 목적으로 활용되며, 합리적 영농관리를 통해 농업 생산성과 안정성의 제고를 위한 적정 작부체계의 선정, 품종 및 재배시기의 선택과 병해충, 잡초방제, 관배수 관리 및 수확건조 계획 등 영농계획 수립에 농업기상정보가 크게 활용될

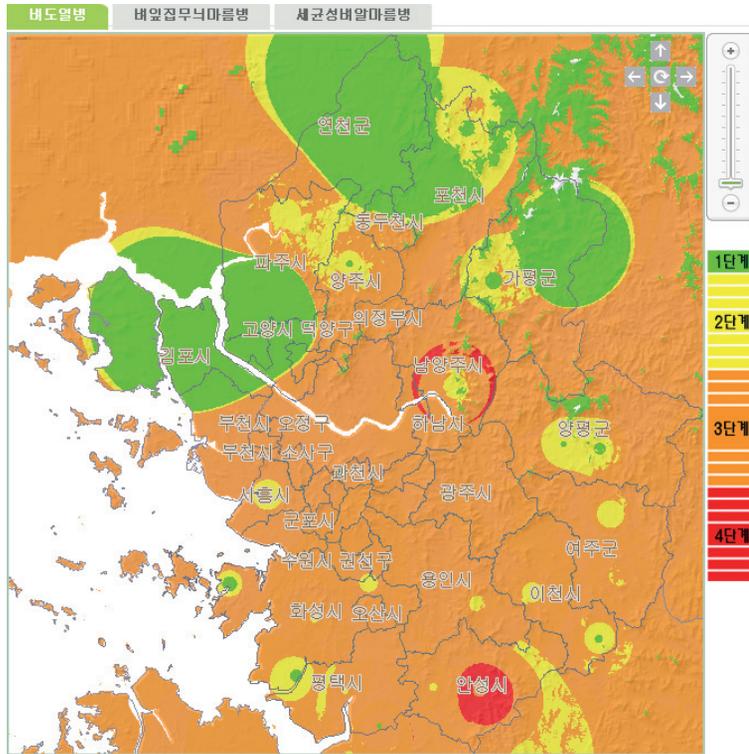
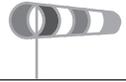
수 있다. 현재 국내에서 활용되고 있는 농업기상정보 분야를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

1. 농작물의 생육 및 수량 추정

작물생육모형을 활용하여, 전국 농작물의 작황을 진단하고자 농촌진흥청과 경희대학교, 연세대학교가 공동으로 전국 농업기상감시 및 연구용 실시간 작황진단체계를 구축하여 벼의 작황을 추정하고 있으며 ([그림 3]), 이를 토대로 감자, 콩 등 식량작물의 생육상황을 손쉽게 진단하는 기술을 실용화하는데 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 기술이 완성되면 농가에서 생육상황에 따른 합리적인 농작물 관리계획을 세울 수 있을 뿐 아니라 정부의 식량수급계획 수립에 큰 도움을 주게 될 것이다. 나아가 채소, 과일 등으로 이 기술의 적용이 확대되면 만성적인 국내 원예작물 수급 불안정을 해소하고 합리적인 시장정책을 수립하



[그림 3] 작물모형(CERES-Rice)을 이용한 전국 읍면별 벼 작황 추정



[그림 4] 고해상도 식물병 발생 예측정보의 웹서비스 장면
출처 : <http://www.epilove.com>

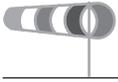
는데도 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 기상정보만으로 농작물의 생육과 최종수확량까지 예측할 수 있기 때문에 쉽게 접근할 수 없는 곡물지대의 수량추정에 이와 같은 기술이 응용된다면 보다 정확한 분석이 가능할 것이다.

2. 농작물의 병해충 예찰

농작물 병해충의 발생과 피해정도는 농경지의 기상환경과 밀접한 상관관계를 나타내고 있어서 병해충의 효과적인 방제를 위해서는 기상정보를 이용한 병해충 발

생 예측모형이 널리 사용되고 있다. 농촌진흥청과 학계에서는 컴퓨터기반 시뮬레이션모형을 이용하여 농작물 병해충에 대한 발생예측기술의 실용화를 위해 많은 노력을 기울여 왔으며 상당한 성과를 거두고 있다. 한편, 농촌진흥청에서는 전국 주요 농업지대에 병해충예찰포(病害蟲豫察圃)³⁾를 운영하고 있으며 예찰정보와 시뮬레이션모형의 결과를 바탕으로 관계 전문가로 구성된 병해충 예찰회의를 수시로 개최하여 병해충 발생상황을 예보, 주의보, 경보로 구분된 병해충

3) 농작물의 병충해가 생기는 시기와 정도를 조사하기 만들어 놓은 포장(논과 밭)



발생정보를 발표하고 있다. 한편 서울대 농업생명과학 대학은 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 식물병의 예찰에 대한 연구를 꾸준히 수행하고 있는데, 최근에는 경기도 농업기술원과 공동으로 식물병 발생예측모형을 통한 벼, 과수, 채소의 총 7개 식물병에 대한 발생을 예측하고 그 정도를 총 4단계로 구분하여 웹서비스하고 있다(그림 4). 향후 해충의 발생예측뿐만 아니라, 작물관리시스템에 통합된 병해충 발생 예찰시스템 구축을 목표로 하고 있다(이병렬, 2000).

3. 농업기후자원의 평가

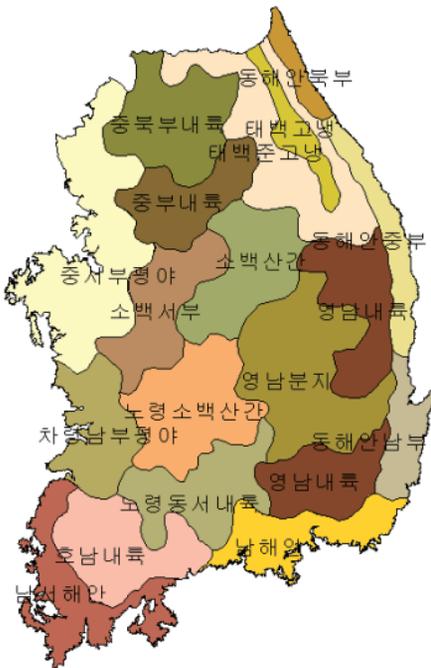
농업생산을 지배하는 환경요인 중에서 가장 비중이 큰 기후요소는 기온이지만, 강수량뿐만 아니라 일조시

간, 습도 등이 작물의 생육시기에 따라 복합적으로 영향을 준다. 농촌진흥청(1986)에서는 벼 생육기간 중에 가장 중요한 이앙기의 강수량과 한발지수, 유효온도의 출현시기와 그 지속기간, 저온출현율 그리고 기온과 일조시간의 분포변동, 농업기후생산력 지수 등을 종합적으로 분석하여 전국을 19개 벼 재배지대로 구분하였다(그림 5).

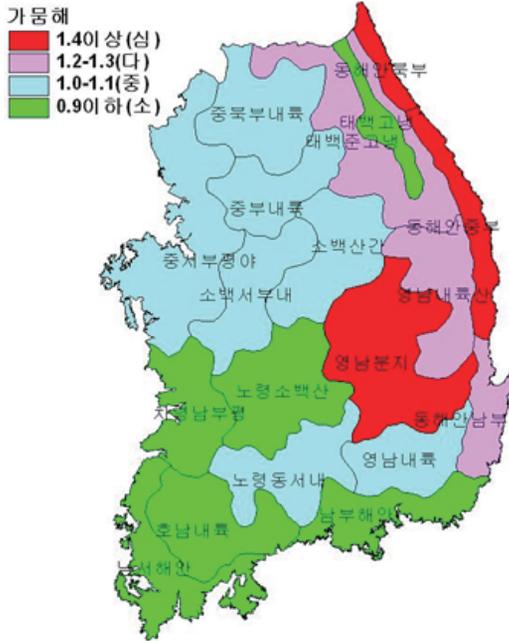
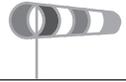
또한, 농작물의 안전재배를 위해서는 무엇보다도 그 지역의 기후특징에 알맞은 품종과 재배법을 선택해야 한다. 따라서 농작물의 발육단계 중 가장 중요한 시기의 기후요소 분포를 파악해야 한다. 벼의 경우 기상학적으로 가장 문제가 되는 이앙기의 한발과 저온, 그리고 생식성장기부터 등숙기까지의 저온 및 냉해에 대한 분석이 필요한데, 이앙기의 한발지수와 저온출현율의 농업기후지대별 분포를 살펴보면 다음과 같다.

1) 벼 이앙기의 한발지수

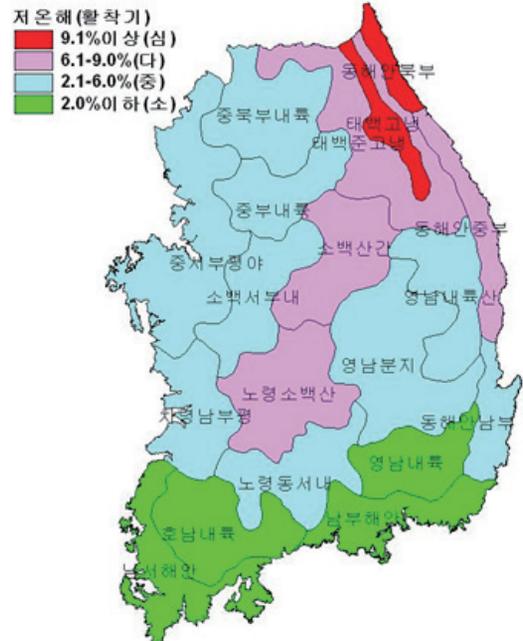
봄철 강수부족에 의한 한발은 우리나라 벼 재배에 있어 매우 중요한 제한요인 중 하나이다. 4~6월의 적산 증발량과 강수량의 비(比)인 벼 이앙기 한발지수의 전국적인 분포를 조사하면 대구를 중심으로 한 영남분지와 동해안북부 및 중부지대가 우리나라에서 한발이 가장 심한 곳으로 평가되고, 한발지수가 1.0 이상인 곳 또한 남해안지대를 제외한 대부분으로서 이앙기에 물 부족현상이 심할 것으로 분석 된다(그림 6). 일반적으로 이앙기의 한발지수가 0.9이하이면 위험도가 적고(少), 1.2~1.3 범위는 위험도가 많으며(多), 1.4 이상에서 위험도가 심하다고(甚) 한다.



[그림 5] 벼 재배지대의 농업기후지대



[그림 6] 비 이양기의 한발지수 분포



[그림 7] 비 이양기의 저온출현율 분포

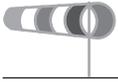
2) 비 이양기의 저온출현율

비 재배에 있어서 이양기의 한발과 저온의 출현은 해당연도의 작황과 크게 관련이 있다. 즉, 비 작물은 이양기의 저온영향으로 이양 후 활착불량과 생육부진에 의한 분얼(分蘖) 감소, 생육 지연 등으로 출수가 늦어지게 되면 가을철 냉해의 위협을 받게 된다. 비 이양기의 저온출현율은 이양시기를 5월 15일부터 6월 5일로 한정하고, 저온출현 한계온도는 육묘방법에 따라 다르나 평균기온 13℃를 기준으로 하였을 때, 태백고냉지대, 태백준고냉지대, 소백산간지대, 노령소백산간지대, 동해안북부지대, 동해안중부지대가 이양기에 저온현상이 심할 것으로 분석된다(그림 7). 일반적으로 비 이양기의 저온출현율이 2%이하이면 위험도가

적고(少), 6.1-9.0 범위는 위험도가 많으며(多), 9.0% 이상에서 위험도가 심하다고(甚) 한다.

4. 상세 농업기상정보의 생산

농업기상은 시공간적 규모에서 국지기상과 미기상으로 분류되나, 우리나라의 경우 기상관서에서 생산 배포하는 예보구역단위의 조방적인 기상정보를 적절한 보정 없이 농업분야에 적용함으로써 실효성이 매우 낮은 실정이다. 따라서 한국농림수산정보센터는 1999년부터 기상청에서 실시간으로 제공되는 기상정보를 토대로 경희대학교와 국립농업과학원과 공동으로 전국 1500개 읍면단위에 대한 상세 농업기상정보를 생산하여 제공하고 있다. 앞으로 필지단위의 고해상도의



격자형 디지털기후도를 제작하고 이를 근거한 농업기상정보(기상자료에 근거한 작황, 병해충 등 예측정보)가 생산된다면 이상기상시대의 에너지절감, 재해경감, 품질향상 등 농업의 친환경 지속발전과 경영성과 제고에 매우 유용한 의사지원수단이 될 것이다.

IV. 농업기상정보의 활용 전망 및 대책

앞으로 농업분야는 지속가능하고 경제성 높은 농업시스템의 개발을 지원하기 위한 생산성과 품질향상, 손실과 위험 경감, 비용 축소, 물·노동·에너지의 효율적 이용, 자연자원의 보존, 사막화와 가뭄 방지, 농용화학물질에 의한 오염 경감 등에 중점을 두게 되므로 농업기상정보도 이러한 새로운 경향에 대처할 수 있어야 할 것이다.

즉, 농업기상정보는 작물생육, 수분수지, 병해충, 잡초방제 등 여러 분야의 시뮬레이션 모형을 이용한 분석평가에 필수정보로 활용되고 있으며, 최근에는 원격탐사정보와 지리정보시스템(GIS)을 도입한 중첩 통합분석, 광역 공간분석 등에 근간자료로 그 활용이 확대되고 있다.

따라서 농촌진흥청은 고품질의 농업기상자료를 농작물의 생육과 병해충 발생예측, 기상재해방지 등에 활

용하기 위해서, 농업기상관측 체계의 개선, 관측 자료의 정밀도와 신뢰도 개선, 농업기상정보의 응용서비스 확충 등에 노력하고 있다(농촌진흥청, 2010). 향후 중장기예보자료의 농업적 활용기술이 개발되고 이들이 농작물관리시스템과 연계되어 실용화된다면 실시간 농작물의 생육 및 수확량 예측뿐만 아니라, 기상재해대비 농작물관리 정보의 실시간 제공이 가능해져, 농작물의 안전생산과 국가식량안보에 크게 기여할 것이다.

참고문헌

<http://www.epilove.com>
<http://weather.rda.go.kr>
 WMO, 1999: Proceedings of International Workshop on Agrometeorology in the 21st Century, Needs and Perspective, held in Accra, WMO, Geneva.
 농촌진흥청, 1986: 한국의 농업기후특징과수도기상재해대책. 194pp.
 농촌진흥청, 2010: 기후변화대응기반구축을위한농업기상관측 선진화 워크숍 자료집, 96pp.
 신재훈, 이계엽, 이정택, 2001: 농업기상관측망을 이용한 농업기상정보 서비스. 한국농림기상학회지, 3(2), 121-125.
 이병렬, 2000: 농업기상정보의 활용 전망. 한국농림기상학회지, 2(별책 1), 46-78.

기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스

원 명 수

국립산림과학원 산림방재연구과 연구사

mswon@forest.go.kr

I. 우리나라의 산불발생 특성

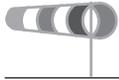
1. 산불발생 추이

우리나라의 최근 10년간 산불발생통계를 살펴보면 연평균 523건의 산불이 발생하여 3,728ha의 산림피해

를 주고 있다([표 1]). 이는 봄철이 다른 계절보다 강우량이 적고 맑은 날이 많아 상대습도가 낮아 건조한 낙엽이 많이 쌓여 있기 때문이다. 원인별 산불발생을 보면 입산자실화 및 논·밭두렁 소각에 의한 산불발생이 59%를 차지하여 원인의 대부분은 사람에 의한 실수로 발생된다고 볼 수 있다([표 2]).

[표 1] 최근 10년간 산불발생 추이(기간: 2000.1.1~2009.12.31.)

연도	계절별	연도										
		10년 평균	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
발생건수		523	729	785	599	271	544	519	405	418	389	570
피해면적		3,728	25,953	963	4,479	133	1,588	2,068	254	230	227	1,381
건당 피해면적 (ha/건)		7.13	35.60	1.23	7.48	0.49	2.92	3.98	0.63	0.55	0.58	2.42



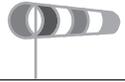
지역별 산불발생 현황을 살펴보면 영남지역에서 37%로 집중적으로 발생하고 있으며, 경북(대구 포함, 20%), 경남(부산·울산 포함, 17%), 경기(서울·인천 포함, 16%) 순으로 나타나고 있다(표 3).

[표 2] 최근 10년간 산불발생 원인(기간: 2000.1.1~2009.12.31.)

구분	10년 평균		'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
	건수(건)	비율(%)										
합계	523	100%	729	785	599	271	544	519	405	418	389	570
입산자실화	221	42%	312	354	217	93	250	235	185	193	149	222
논·밭두렁소각	93	17%	134	143	110	55	83	95	63	92	63	94
쓰레기소각	45	8%	68	47	58	24	47	41	40	21	44	68
담뱃불실화	51	9%	63	88	60	43	51	60	26	37	49	34
성묘객실화	32	6%	47	45	63	31	22	24	12	23	26	36
어린이불장난	12	2%	18	24	20	4	13	13	14	7	6	6
기타	66	12%	87	84	71	21	78	51	65	45	52	110

[표 3] 최근 10년간 지역별 산불발생현황(기간: 2000.1.1~2009.12.31.)

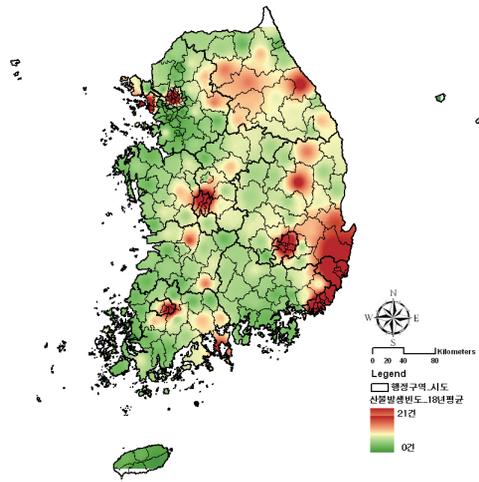
구분	10년 평균		'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
	건수(건)	비율(%)										
합계	523	100%	729	785	599	271	544	519	405	418	389	570
서울	24	5%	19	61	38	27	15	18	32	14	14	5
부산	25	5%	21	38	24	6	25	24	19	36	22	31
대구	13	2%	11	6	14	10	19	20	16	15	5	13
인천	22	4%	19	36	26	17	13	14	26	35	13	20
대전	18	3%	10	48	30	13	22	17	13	11	11	6
광주	13	2%	14	16	17	6	17	23	7	14	7	10
울산	19	4%	13	30	27	13	27	14	14	12	15	25
경기	38	7%	59	64	54	29	46	37	26	25	22	21
강원	55	11%	162	86	52	11	57	41	30	26	25	60
충북	37	7%	61	62	46	22	21	36	26	25	25	41
충남	29	6%	84	47	45	8	14	27	29	15	9	13
전북	37	7%	54	58	48	12	22	52	14	25	36	52
전남	57	11%	54	56	56	32	85	66	66	59	47	47
경북	93	18%	113	131	89	42	111	87	49	69	82	156
경남	42	8%	30	44	33	23	49	43	38	36	55	70
제주	1	0%	5	2	0	0	1	0	0	1	1	0



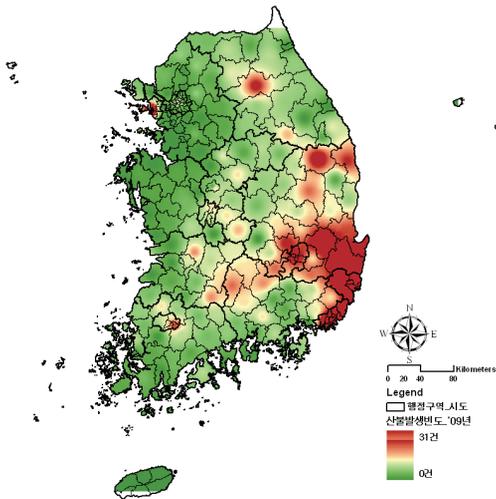
2. 지역별, 월별 산불발생 패턴

최근 19년간(1991~2009)의 산불발생 통계자료를 이용하여 월별-지역별 산불발생 빈도를 분석한 결과 월별로는 4월>3월>2월>1월, 5월>12월>11월>10월>6월>9월 순으로 산불이 많이 발생하였다. 지역별 산불발생 빈도를 살펴보면 부산광역시(평균 21건)를 중심으로 울산광역시와 일부 경북 해안지역, 대구, 대전, 광주, 서울, 인천, 강원 강릉, 춘천 지역에서 산불발생 빈도가 높게 나타났다(그림 1). 특히 최근 19년간 가장 높은 산불발생빈도를 나타낸 4월에는 산불의 약 19%가 서울과 6개 광역시에 집중되었다. 지난 2009년에는 총 570건의 산불이 발생하였으며, 월별-지역별 산불발생 빈도를 분석한 결과 월별로는 4월>3월>1월>5월>11월>2월 순으로 산불발생이 높았다. 지역별로는 경북지역(대구 포함)이 총 186건(약 31%)이 발생하였고, 이들 중 경주(23건)지역에서 산불 발생이 높았다(그림 2). 대도시 지역은 부산광역시(31건)와

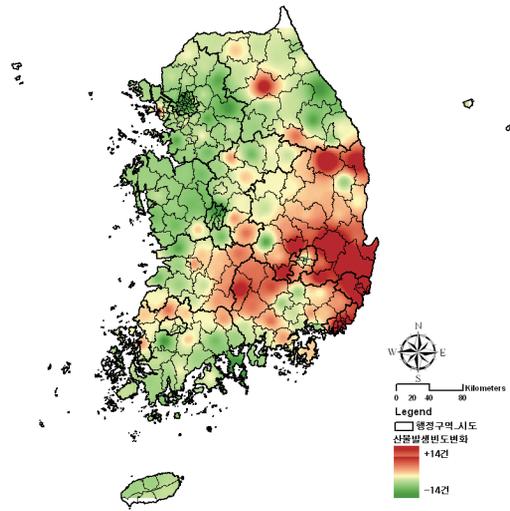
울산광역시(23건) 순으로 높은 산불발생빈도를 보였다. 이런 결과를 바탕으로 최근 18년간 대비 2009년의 산불발생빈도 변화량은 부산, 울산, 경북 경주지역을 중심으로 하여 경북, 경남 일부 지역에서 증가 추세인 반면 서울과 대전지역에서는 산불발생빈도가 감소하였다(그림 3).



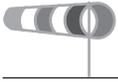
[그림 1] 연도별 평균 산불발생빈도(1991~2008)



[그림 2] 연도별 산불발생빈도(2009.1.1~12.31.)



[그림 3] 산불발생빈도 변화량(2009년 이전 대비)



II. 우리나라의 산불위험예보시스템

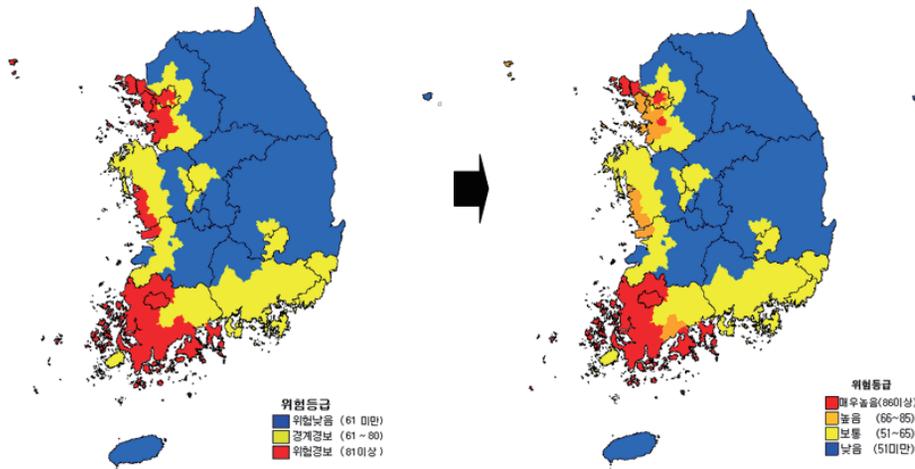
1. 국가차원의 '국가위기관리기본지침' 제정

정부는 국가위기관리 기본지침에 따라 2005년 1월 1일부터 모든 위기상황을 '관심→주의→경계→심각'의 4단계로 표준화해 대응에 나서기로 했다. 2004년 9월 대통령훈령으로 제정된 국가위기관리 기본지침에 규정된 위기상황의 4단계 구분 및 대응조치가 2005년부터 본격 시행됨에 따라 정부는 각 단계의 경보색상을 제일 낮은 단계인 '관심'은 청색, '주의'는 황색, '경계'는 오렌지색, '심각'은 적색으로 통일했다. 따라서 산불 등 자연재해를 포함한 각종 재난 8개 분야 32가지 유형별 위기상황에 대한 대응책을 마련하였다. 이를 통하여 그동안 위기 유형별 경보 및 대응단계가 제 각각이었으나 앞으로는 경보의 단계만으로도 위기의 심각성 정도를 파악할 수 있는 제도적 장치를 마련한 셈이다.

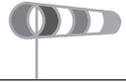
2. '국가위기관리기본지침' 제정에 따른 산불위험예보시스템 개편

국립산림과학원 산림방재연구과에서 2003년에 개발을 완료하여 운영하고 있는 산불위험예보시스템은 시군구별 실시간 산불위험정보를 인터넷을 통하여 전국에 웹서비스해 오고 있다. 산불위험예보시스템의 자동화로 인하여 국가차원의 산불 대형화 방지 및 산불피해를 최소화하는데 크게 기여하고 있으며 지자체 산불담당자가 실시간으로 산불위험정보를 모니터링함으로써 산불감시 인력 및 진화자원을 효율적으로 배치하여 산불피해를 저감하는데 중요한 역할을 담당해 왔다.

하지만 국가안전보장회의(NSC)의 국가위기관리기본지침(대통령훈령 제124호) 제정과 산림청의 산불재난위기대응 실무매뉴얼 작성이 완료된 2006년에 산불예방및진화등에관한규칙 개정이 추진됨에 따라 산불



[그림 4] 산불위험예보 위험등급 변경(3단계→4단계)



위험등급을 현재의 위험낮음(산불위험지수 61미만), 경계경보(산불위험지수 61~80), 위험경보(81이상)의 3단계에서 위험낮음(산불위험지수 51미만), 보통(산불위험지수 51~65), 높음(산불위험지수 66~85), 매우높음(산불위험지수 86이상)의 4단계 산불위험등급으로 전환되어 이를 기준으로 산불재난위기경보를 발령하도록 시스템을 개선하게 되었다. 이러한 기준에 따라 산불정보지역이 70%이상이거나 산불발생 위험이 매우 높아질 것으로 예상되어 특별한 경계가 필요하다고 인정되는 경우 산림청장 및 각 지자체장은 산불위험지수를 근거로 하여 전국 및 해당 지자체에 산불재난 위기경보를 발령할 수 있도록 규칙이 개정될 예정이다. 과거와 달라진 점은 1에서 100까지의 산불위험지수를 행정구역별로 3단계 위험등급으로 분류하던 것을 위험수준별로 위험지수가 70% 이상이 될 경우 산불재난 위기경보를 발령할 수 있으며, 경보 발령시 위험수준의 종류 및 발령기준에 따라 입산통제구역을 지정하거나 등산로를 폐쇄하도록 하는 등 조치사항 등을 정하였다.

3. 2007년 봄철부터 개선된 4단계 산불위험예보 실시간 웹서비스

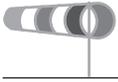
4단계 산불위험예보시스템의 주요 개선내용은 크게 2가지로 나눌 수 있다.

첫째는 산불재난 위기경보 발령기준에 따라 산불위험등급을 VB.NET(각주 또는 주석 필요)으로 개발된 분석프로그램과 ArcIMS(각주 또는 주석 필요) 등을 이용하여 개선한 점이다. 여기에는 산림청장과 광역시도 단체장이 전국과 시도별 위험등급을 참고하여 산불재난 위기경보를 발령할 수 있도록 산불위험등급, 등급별 비율, 위험지도 등을 제공하고 있다. 즉 기존의 시스템은 시군구별 산불위험지수 및 위험지도 작성에 중점을 두었지만 새롭게 개발된 시스템은 산림청장 및 광역시도 단체장이 전국과 해당 광역시도의 위기상황을 쉽게 판단하여 조치할 수 있도록 개선하였다. 특히 산불감시 및 예방대책 수립 시 관할지역 전체로는 산불위험등급(70% 이상 개념)이 '위험낮음'이나 읍면 단위 상세위험도에서는 산불위험등급(해당 지점의 위험

[표 4] 위험수준별 발령기준 및 위험등급 비교

구분	현재 (위험등급)	발령기준	개정 (위험등급)	개정 (경보발령)	발령기준주)
위험수준	위험경보 (81이상)	산불위험지수 평균 81이상 지역	매우높음	심각	<ul style="list-style-type: none"> 86이상 지역 70% 이상 동시다발적 발생, 대형산불 확산 개연성이 높다고 인정되는 경우
	경계경보 (61-80)	산불위험지수 평균 61-80 지역	높음	경계	<ul style="list-style-type: none"> 66이상 지역 70% 이상 대형산불로 확산될 우려가 인정되는 경우
	위험낮음 (61미만)	산불위험지수 평균 61미만 지역	보통	주의	<ul style="list-style-type: none"> 51이상 지역 70% 이상 산불발생 위험이 높아질 것으로 예상되는 경우
			낮음	관심	-

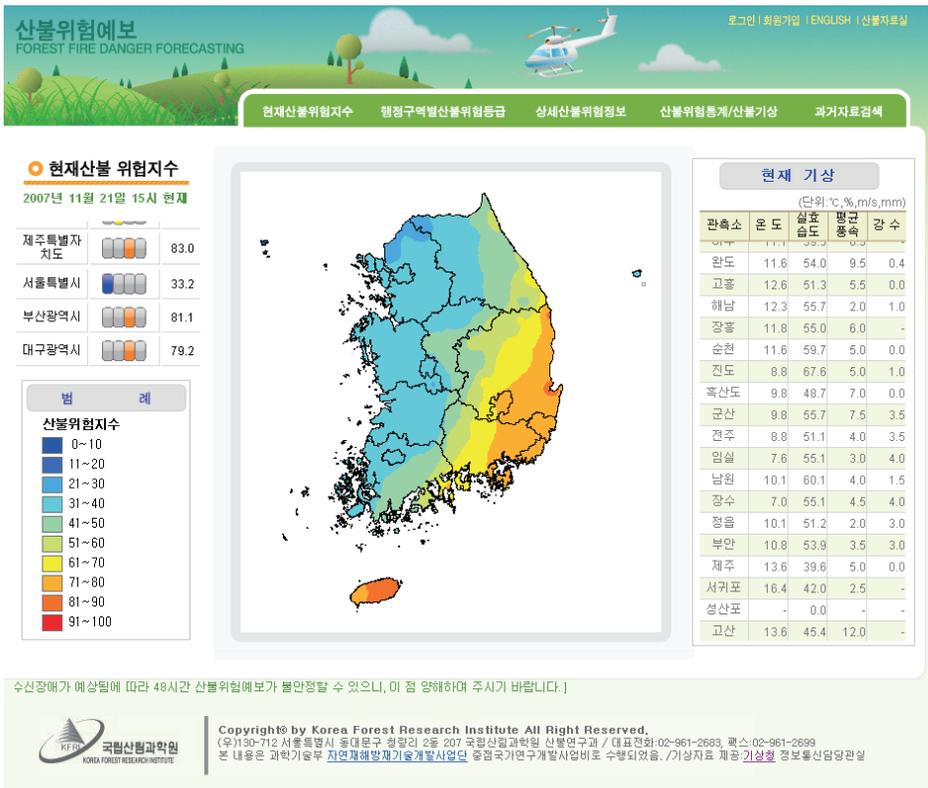
주) 비록 위험등급은 낮더라도 강풍 등 기타 위험상황이 상존하여 산불발생과 대형화가 우려될 경우에는 한 단계 상향된 경보를 발령할 수 있음



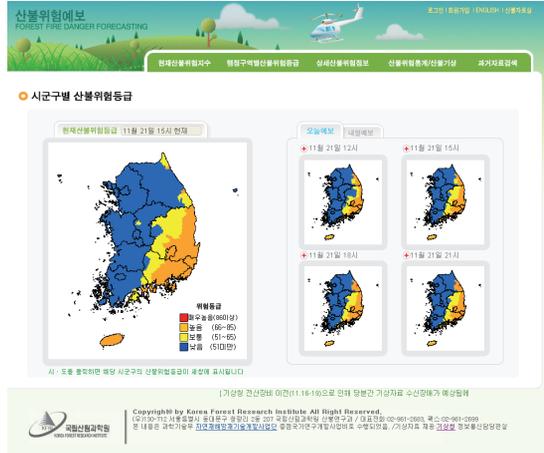
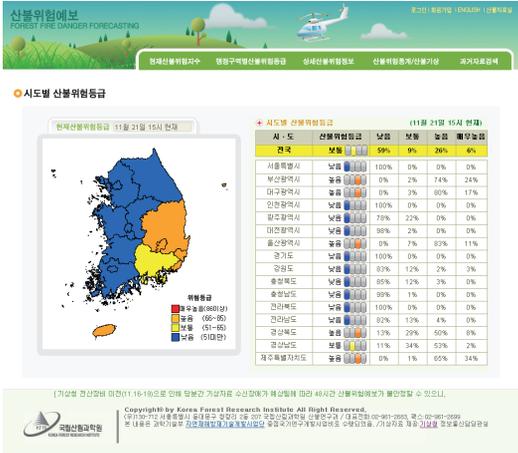
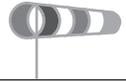
지수 개념이 '높음' 이상으로 나타날 수 있으므로 지자체 산불담당자들은 산불감시 및 예방대책 수립 시 반드시 고려해야 할 부분이다.

둘째는 대국민 서비스 강화를 위해 산불위험예보시스템의 홈페이지를 전면 개편하여 산불위험정보의 신속한 획득과 접근성이 용이하도록 하는 사용자 중심의 시스템으로 개발한 점을 들 수 있다. 즉 산불위험지도의 로딩속도 및 웹디자인을 새롭게 개선하여 홈페이지 접근 방식을 메뉴형식으로 전환함으로써 사용자가 이 보다 쉽게 원하는 콘텐츠에 접근할 수 있도록 한 것

이다. 산불위험정보의 활용 극대화 및 서비스 강화를 위해 과거에 분석된 일별, 시간대별 과거 산불위험정보를 웹을 통해 손쉽게 검색 가능하도록 하는 '과거자료 검색시스템'을 개선하여 DB를 효율적으로 관리할 수 있도록 하였으며, 산불위기 시 '긴급 산불정보 메시지 창'과 '산불뉴스 창'을 통해 위험상황과 경보 발령지역 등을 사전에 예고하여 산불예방 효과를 극대화할 수 있도록 한 점이 주목할 만하다. 또한 상세 산불위험정보 서비스를 재구성하여 정보획득의 효율성을 높인 점도 눈여겨 볼 필요가 있다. 이 밖에 산불위험예보 영문 서비스를 구축하여 UN 국제재해저감전략기구



[그림 5] 개선된 4단계 산불위험예보 실시간 웹서비스 홈페이지



[그림 6] 행정구역별 4단계 산불위험등급(시도/시군구)

(ISDR) 산하의 지구산불감시센터(GFMC)와 동북아 산불네트워크(한국, 일본, 중국, 극동러시아, 몽골)등 산불 관련 국제기구를 비롯하여 국외 관련분야 연구자들에게 가치 있는 정보를 제공할 수 있도록 하였다.

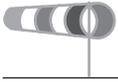
III. 산불위험정보 SMS 전송시스템

1. 산불위험정보 SMS 전송시스템 개발 현황

산림청 국립산림과학원에서 개발한 「산불위험정보 SMS 전송시스템」은 이용자의 편의성, 관리의 용이성을 고려하여 실시간 산불위험정보를 산불담당자에게 효과적으로 전달하는데 목적이 있다. 산불위험정보 SMS 서비스는 산불위험예보시스템에서 생산되는 전국의 실시간 산불위험정보를 중앙 및 지자체 산불담당 공무원과 산불유관기관 담당자들에게 휴대폰 문자메시지를 이용하여 관할지역의 산불예방활동을 지

원하기 위한 문자메시지 자동생성 시스템이다. 이 시스템은 산림청 국립산림과학원에서 운영하는 산불위험예보시스템의 산불위험등급과 위험지속 경보 등 다양한 산불위험정보와 산불발생 개연성이 매우 높은 기상조건 등 각 시점에서 발생할 수 있는 상황을 미리 지정하여, 각각의 상황발생 시점별 메시지를 자동적으로 생성하여 문자메시지를 자동으로 전송해 주는 서비스이다.

산불위험정보의 효과적 전달을 위한 「산불위험정보 SMS 전송시스템」 구축은 산불위험예보의 실시간 전달체계를 통해 산불담당자에게 산불가능성을 고지하고 산불발생위험이 높은 지역과 가뭄지속으로 인한 산불위험지역에 대한 산불감시원 배치 및 경각심 고취에 유용할 것으로 판단된다. 특히, 산불위험등급과 풍속을 기준하여 특정 산불위험등급(예: 높음 이상일 경우)과 특정 풍속 이상일 경우 해당지역 산불담당자에게 자동으로 SMS 메시지를 전송하여 산불방지 대



책을 위한 계획수립은 물론 산불감시원 사전배치를 지원할 수 있도록 하였다.

중앙 및 지자체 산불담당 공무원, 산불유관 부처(국방부, 소방방재청, 기상청 등) 및 기관(한국전력, KBS 등 주요언론사), 산불전문진화대, 마을이장 등에게 산림청 SMS 문자서비스를 통한 산불정보를 신속히 전달할 수 있는 체계를 구축하였다.

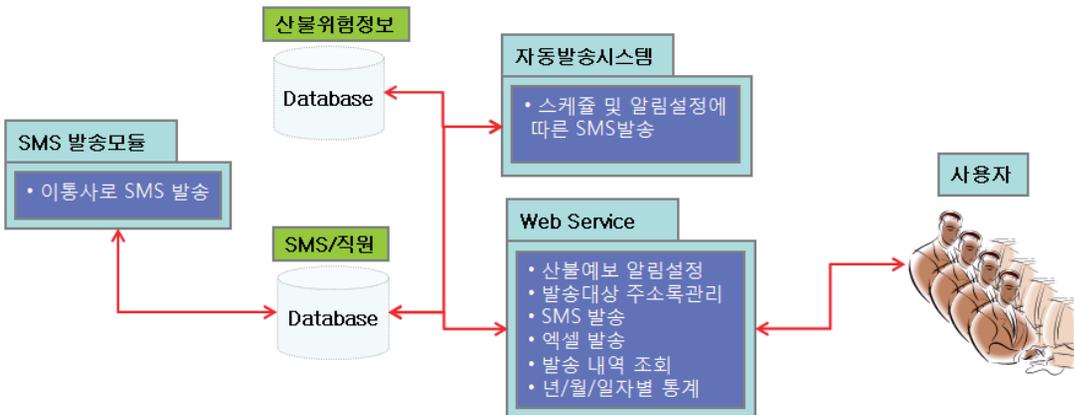
또한 봄·가을철 건조기에 보안상 인터넷 사용이 어려운 군부대로부터 산불위험예보 문의전화가 빈번하여 군관계자에 오프라인(휴대폰)으로 48시간 후의 산불위험정보를 자동으로 SMS 메시지를 전송함으로써(포)사격훈련 등 군사훈련 계획을 수립하는데 활용하도록 하였다.

휴대폰 사용자를 위한 산불위험예보시스템 고도화로 열악한 조건하에서도 산불위험정보 파악이 가능한 환경을 제공하고, 현재 운영 중인 산불위험예보시스템과 산불위험정보 SMS 전송시스템을 연동하여 산불

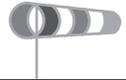
위험정보의 서비스 확대가 가능하도록 하였다. 또한 마을방송, 지역주민 계도, 산불취약지 감시원 보강 배치 등 산불위험정보 문자서비스에 따른 산불발생위험에 효과적으로 대처할 수 있도록 하였다. 이상의 「산불위험정보 SMS 전송시스템」의 운영체계는 [그림 7]과 같다.

2. 산불유관 부처 산불위험정보 문자서비스

「산불위험정보 SMS 전송시스템」구축에 따라 특정지역의 산불위험도가 높아질 경우 지역 관계자에게 산불위험정보(산불위험등급, 기상자료 등)를 자동으로 제공할 수 있으며, 산불유관 부처(지자체, 청와대 국가위기상황센터, 국방부, 소방방재청, 기상청 등) 및 기관(한국전력, KBS 등 주요언론사) 등에 산림청 SMS 문자서비스를 통한 산불정보를 신속히 전달할 수 있는 체계가 마련되어 산불방지 효과가 기대된다. 그러나 산불위험정보의 신속한 전달체계 구축을 위해 소속기관의 산불담당자들의 이력정보(지역, 성명, 휴대전화번호 등)를 DB로 구축하여 연차적으로 관리할

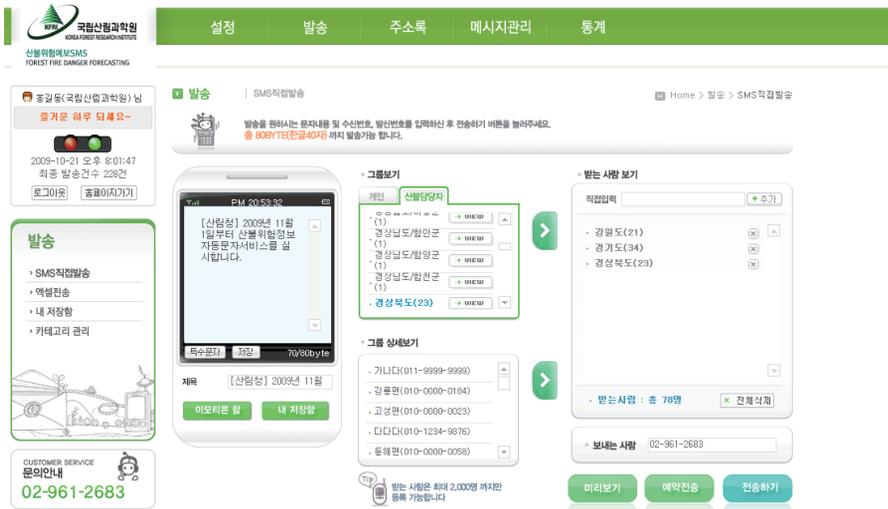


[그림 7] 산불위험정보 전송시스템 운영체계



필요가 있다. 「산불위험정보 SMS 전송시스템」 구축을 통해 휴대폰 사용자를 위한 산불위험예보시스템을 고도화하여 열악한 조건하에서도 산불위험정보의 파악이 가능한 환경을 제공할 수 있을 것으로 보인다. 또한, 현재 운영 중인 산불위험예보시스템과 산불위험정보 SMS 전송시스템을 연동하여 산불위험정보 서비스의 확대가 가능해짐에 따라 산불방지 역량이 강

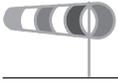
화될 것으로 판단된다. 따라서 2010년부터 산불위험정보 휴대폰 문자서비스 실시로 마을방송을 통한 지역주민 계도, 산불취약지 감시원 보강 배치 등 산불발생위험에 효과적으로 대처할 수 있으며, 특히 인터넷 사용이 어려운 군부대에 실시간 및 예보 정보를 통보해 줌으로써 군사훈련으로 인한 산불피해 저감 효과를 기대해 볼 수 있다.



[그림 8] 관리자가 산불예방 안내 메시지, 산불홍보 등 SMS 직접 발송의 예시



[그림 9] 산불위험정보 SMS 문자서비스 전송 예시



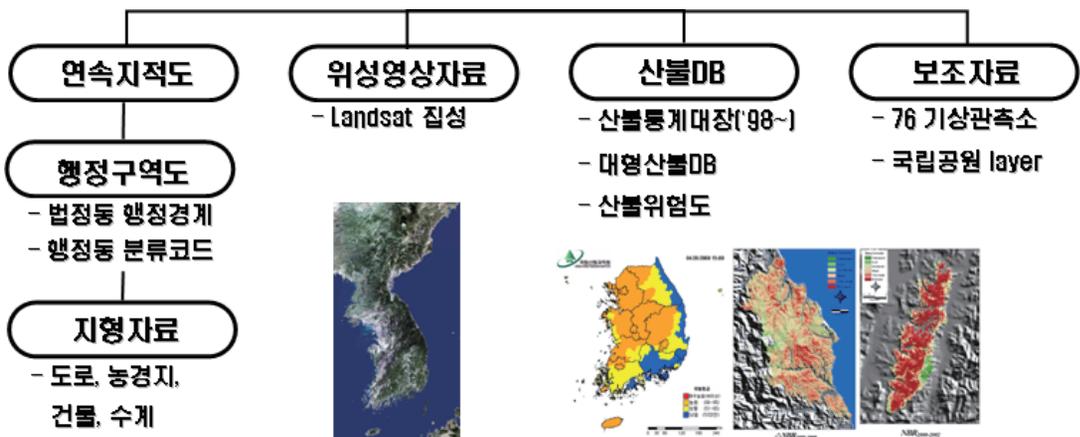
IV. 산불발생위치정보시스템

1. 산불발생위치정보시스템 개발 현황

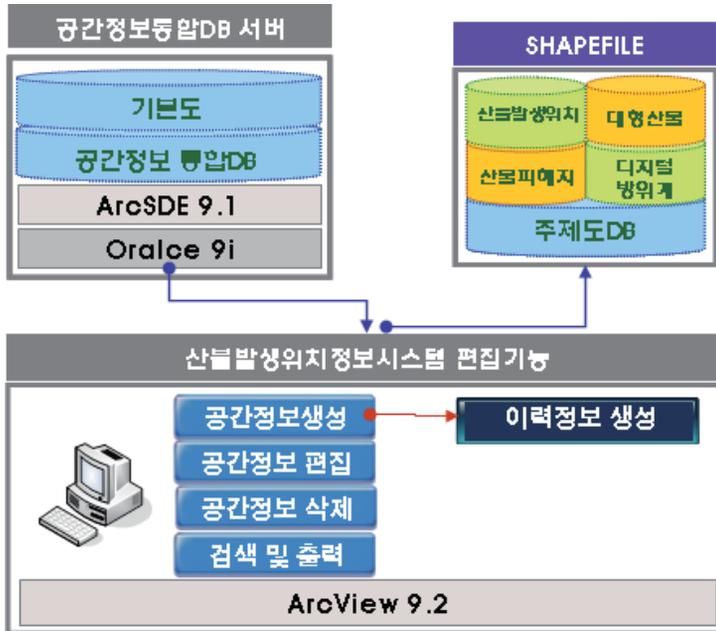
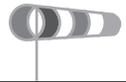
산불발생위치정보시스템은 산림청 산불통계대장 정보와 국토해양부 한국토지주택공사의 한국토지정보시스템(KLIS)의 1:6000 연속지적도를 이용하여 1991년부터 현재까지 우리나라의 연도별 산불발생위치를 시공간적으로 DB화하여 산불을 관리할 수 있는 시스템이다. 산불발생은 주로 산림과 연결한 농경지와 도로주변에서 발생하기 때문에 이와 관련된 지형정보를 파악하는 것은 매우 중요하다. 따라서 산불발생 위치를 신속하게 파악하기 위하여 1:25000 수치지형도에서 등고선, 주거지, 논밭, 도로, 수계 레이어만 추출함으로써 자료의 용량을 간소화하였다. 또한 산림의 종류에 따라 산불발생이 어떻게 달라지는지를 파악하기 위해 임상도(1:25000)의 임상을 침·활·혼 3개형으로 재분류하였으며, 산불발생위치의 고도, 향, 경사 등 산불발생과 지형적 관계를 파악하기 위해 환경부의

3초 DEM 자료를 활용하여 지형분석에 활용하였다. 과거 10년간 우리나라에서 발생한 산불발생위치를 GIS 공간자료화 하기 위해 산림청의 1991년부터 현재까지의 산불통계정보를 입력자료로 활용하였으며, 산불발생위치정보시스템 개발을 위해 Landsat 집성영상, 76개 기상관측소의 위치와 주요 국립공원 레이어를 보조자료로 활용하였다.

특히 본 시스템 개발을 위해 추가적으로 사용된 데이터는 연속지적도, 행정구역도, 1:25000 수치지형도, 과거 산불통계, 대형산불 피해정보, 산불피해지 GPS 좌표 등이다(그림 10). 연속지적도는 토지대장에 등록된 토지의 경계를 밝히는 도면으로, 산불발생위치정보시스템이 산불통계대장의 지번을 연속지적도의 PNU코드(19자리수)와 매칭하여 산불발생위치 포인트 데이터를 자동으로 생성하여 관리할 수 있도록 개발하였다. 시스템 개발을 위해 ArcObject와 Visual Basic 6.0을 이용하였으며, 시스템의 안정적인 운영을 위해 GIS S/W는 ESRI의 제품군인 ArcView



[그림 10] 데이터베이스 구축 목록



[그림 11] 산불발생위치정보시스템 구성

9.2와 ArcSDE 9.1을 사용하였으며 ArcView의 Extension인 Spatial Extension을 사용하여 래스터 분석을 가능하게 하였다(그림 11). 또한 개발된 산불위험예보시스템(DBMS: Oracle 9i, Spatial DB: ArcSDE 9.1)의 DB를 활용하여 산불 관리를 위한 효율성을 증대시켰다.

2. 산불발생위치 공간자료의 활용

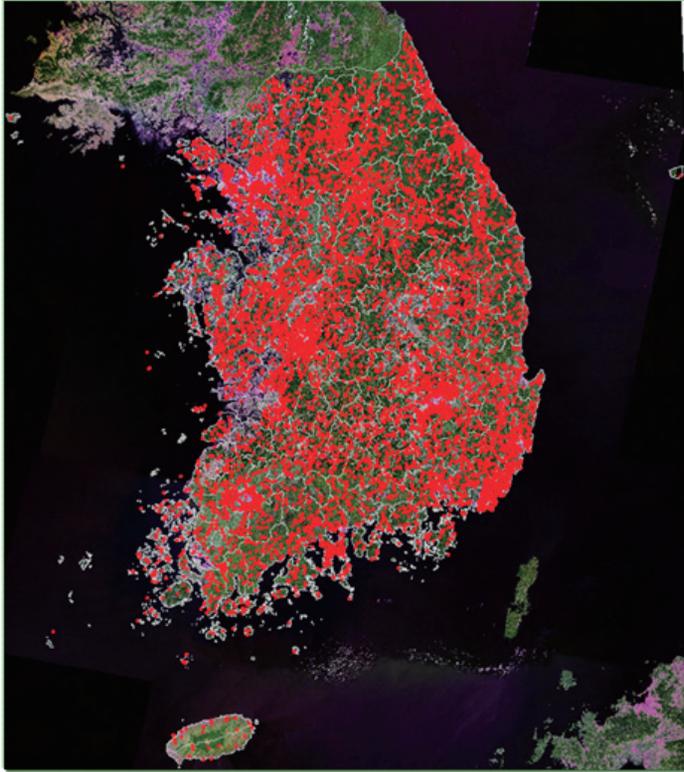
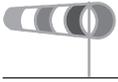
산불발생위치정보시스템 개발로 인해 산불발생정보 및 산불발생위치 정보를 공간적으로 자료화하여 체계적으로 산불을 관리하고 구축된 공간 자료의 활용도를 증대시킬 수 있을 것

으로 판단된다. 개발된 산불 발생위치정보시스템은 산불 발생 정보의 수집체계를 확립하기 위한 시스템으로 사용자 중심의 User Interface(UI)를 제공하며, 이미 구축된 시스템의 활용 및 지속적인 DB 보완이 가능하도록 커스터마이징하였다. 산불발생위치 정보를 공간자료화하기 위해 산불통계대장의 지번자료를 기준으로 연속지적도와 매칭하여 산불발생위치 포인트 자료를 생성하고, 이를 통한 산불발생위치 자료는 산불통계대장의 스키마를 기준으로 속성 테이블로 작성된다. 또한 산불

발생위치 정보를 일괄처리 시 생성 성공과 실패에 대한 로그를 생성하여 관리하도록 하였다. 산불발생위치정보시스템은 산불발생위치정보 관리 모듈과 대형 산불 및 산불피해조사 DB관리 모듈로 개발되었다(그림 12). 산불발생위치정보의 포인트 레이어는 표준화

기본기능	상세기능
산불발생위치 정보관리	<ul style="list-style-type: none"> 산불발생위치정보 일괄생성/추가/편집/검색 연도별, 시기별, 월별, 순기별 등치선도 분석
대형산불 정보관리	<ul style="list-style-type: none"> 대형산불정보 생성/검색/편집
산불피해지 현장조사 GPS 좌표 정보관리	<ul style="list-style-type: none"> GPS 좌표 폴리곤/포인트(발화지점 포함) 일괄생성 산불피해지 현장조사 GPS 좌표 정보 편집

[그림 12] 산불발생위치정보시스템 메뉴 및 주요 기능



[그림 13] 산불발생위치('91~'09)

된 입력도구를 통해 연도별, 시기별, 월별, 순기별 속성자료 조회 및 검색이 가능하도록 구현하였으며, 산불발생위치를 지면의 Centroid에 표현하여 과거 산불통계대장(엑셀자료)의 산불발생위치정보를 자동으로 일괄처리토록 하였다. 과거 대형산불피해지 DB 관리, 산불피해지 트래킹 GPS좌표 및 사진정보의 관리뿐만 아니라 연도별, 기간별 산불발생패턴과 빈도분석(inverse distance weighting 내삽)을 위한 등치선도를 생성함으로써 시기변화에 따른 산불발생패턴 분석이 가능해졌다.

Excel 파일로 관리되던 산불통계대장을 선택하여 일

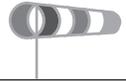
괄적으로 레이어를 생성하는 산불발생위치정보 일괄생성 기능은 산불통계대장의 행정구역을 연속지적도의 지면과 매칭하여 산불발생위치정보를 생성한다. 산불발생위치 자동생성 기능은 산불대장 Excel 자료를 선택하여 지적도와 매칭 후 포인트 자료를 생성하고, 이때 누락된 데이터에 대한 로그파일을 생성하는 기능을 수행한다. 산불발생위치정보시스템에 의해 자동으로 생성되는 과거 산불발생위치정보에 대한 결과는 [그림 13]과 같다.

산불발생위치정보시스템의 개발은 산불통계대장 정보를 연속지적도 PNU코드와 매칭하여 데이터 생성 절차를 단축하여 기존에

소요된 시간과 비용을 절감할 뿐만 아니라, 전국규모의 산불발생위치정보를 공간 자료화하여 보다 효율적으로 산불을 관리할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 산불예방시스템의 활용 및 기대효과

최근 국가에서 시행하고 있는 자연재해방재사업에 대한 인식이 고조되면서 산불 관련 시·공간 정보를 입수할 수 있는 응용애플리케이션의 개발과 더불어 일반 국민들의 이들 정보에 대한 공유 및 서비스의 질적 욕구가 증가하고 있다. 새롭게 개편된 4단계 산불위험



예보시스템은 우리나라의 첨단 IT 및 GIS 기술을 접목하여 시간과 공간의 제약 없이 전국의 산불발생위험 정도를 예측할 수 있도록 하여 국가차원의 자연재해방지를 위한 산불예방시스템으로서 앞으로의 역할이 기대된다. 향후 새롭게 개편된 4단계 산불위험예보시스템을 이용하여 지자체 산불담당자와 국민들은 산불조심기간동안 실시간 산불위험상황 및 산불발생 위치 정보는 물론 전국의 실시간 기상정보를 인터넷을 통해 one-stop으로 조회할 수 있어 신속하고 효율적인 산불예방 활동을 기대해 볼 수 있다.

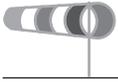
산불위험정보 SMS 전송시스템의 개발로 중앙과 지자체 산불담당 공무원, 산불유관 부처 및 기관은 물론 산불전문진화대, 마을이장 등 실제 산불담당 현장에까지 산림청 산불위험정보 문자서비스를 신속히 전달할 수 있는 전달체계가 마련되었다. 이는 지난 가을철 특정 지자체 공무원, 진화대, 산불감시원과 이장을 대상으로 산불위험정보 SMS 문자서비스를 시범 운영한 결과 매우 유용한 것으로 나타남에 따라 금년부터 전국적으로 서비스하고 있다. 특히 산불위험등급과 풍속을 기준으로 특정 산불위험등급과 특정 풍속 이상일 경우 해당지역 산불담당자뿐만 아니라 진화대원, 감시원, 이장에게 자동으로 문자메시지를 전송하여 산불감시원 사전배치를 위한 지원은 물론 산불감시 경각심을 높이는데 효과적으로 활용할 수 있다. 따라서 향후 산불방지 업무제고와 발전방향을 파악하여 모바일 환경에서의 산불위험정보 서비스 고도화를 위한 발전적 방안을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

산불발생위치정보시스템은 산불발생정보를 산불관리체계의 한 대상으로 정의하여 과거의 발생위치, 발

생원인, 시기, 피해면적 등의 자료를 구축하여 공간정보화하고, 이를 활용하여 산불을 효율적으로 관리하는데 활용될 수 있다. 또한 정보화된 공간자료를 바탕으로 산불연구정보로서의 활용도를 증대시키고 산불발생정보와 유형 등을 단순 통계정보의 나열이 아닌 산불위험예보와 예측자료의 공간적 지표로서 활용할 수 있을 것이다. 현재 국립산림과학원에서는 과거 산불발생 기록에 대한 이력관리를 위해 산불발생위치정보관리, 대형산불정보관리, 산불피해지 현장조사 GPS 좌표 정보관리 등 산불연구 및 산불정보의 체계적인 관리를 인터넷상으로 웹서비스할 수 있도록 고도화하는 연구를 진행 중에 있다.

참고문헌

- 원명수, 구교상, 이명보. 2006. 우리나라의 봄철 순평년 온습도 변화에 따른 산불발생위험성 분석. 한국농림기상학회지 8(4):250-259.
- 원명수. 2008. '국가위기관리기본지침'제정에 따른 4단계 산불위험예보시스템 개발. 선도 GIS News, 2008 SPRING VOL 17.
- 원명수. 2009. 연속지적도 기반 산불발생위치정보시스템 개발. 월간 산림 3월호.
- 원명수, 구교상. 2010. 산불위험정보 SMS 전송시스템 개발. 월간 산림 2월호.
- 산림청. 2009. 2009년 산불통계연보.
- Large Fire Database of Canadian Wildland Fire Information System. http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/en/historical/ha_lfdb_maps_e.php
- Stocks, B.J.; Mason, J.A.; Todd, J.B.; Bosch, E.M.; Wotton, B.M.; Amiro, B.D.; Flannigan, M.D.; Hirsch, K.G.; Logan, K.A.; Martell, D.L.; Skinner, W.R. 2002. Large forest fires in Canada, 1959-1997. Journal of Geophysical Research (107,8149,doi:10.1029/2001JD000484).



경기도의 기상·기후정보 활용

김 동 영

경기개발연구원 환경정책연구부 연구위원

kimdy@gri.re.kr

최근 들어 정부에서는 '저탄소 녹색성장'을 국가 비전으로 발표하고 온실가스 저감, 기후변화 적응 등을 위한 기후변화대책 마련에 노력을 기울이고 있다. 지방자치단체는 기후변화대책의 핵심적인 역할을 수행해야 할 주체로 인식되고 있으며, 현재 광역 및 기초 지자체를 막론하고 다양한 정책을 수립하여 실천하는데 힘쓰고 있다.

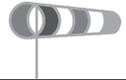
기후변화대책에서 가장 중요한 것은 직접적인 기상·기후정보의 예측과 활용에 있다. 그러나 기상·기후정보는 고도의 전문성을 필요로 하기 때문에 지방 단위의 기상·기후정보의 생산과 활용에는 상당한 제한이 있다. 여기서는 현재 경기도가 활용하고 있는 기상·기후정보의 현황과 계획을 살펴보고 문제점과 향후 활용방향에 대해 살펴 보았다.

1. 기상정보의 활용

경기도의 기상정보 활용분야는 크게 재난관리 분야, 농업 분야, 환경 분야로 나누어 볼 수 있다. 재난관리 분야는 기상정보 활용에서 역사가 가장 오래된 분야로

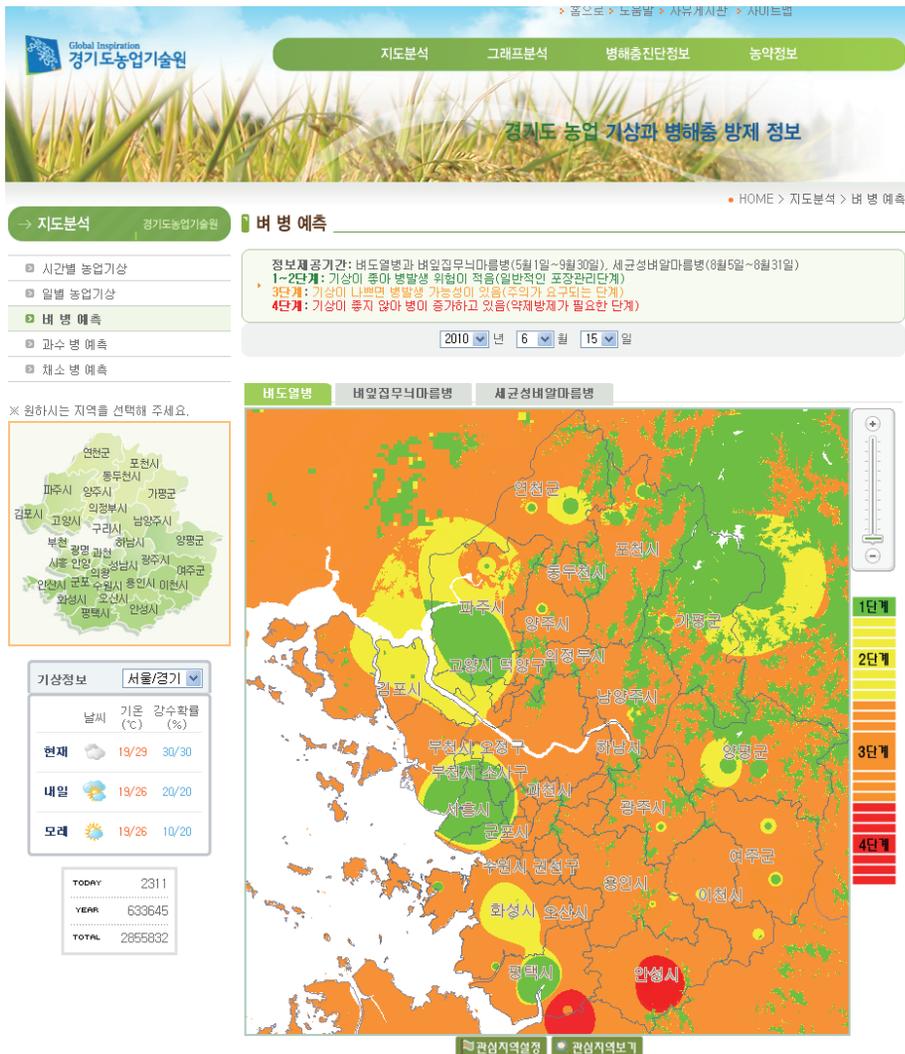


[그림 1] 경기도 재난안전대책본부 상황실



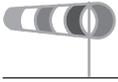
주로 풍수해의 예방과 복구에 초점이 맞추어져 있다. 재난관리를 위한 기상정보는 기상청이 생산하는 관측 자료와 예보자료에 많이 의존하고 있지만, 경기도 자체에서도 100여개의 자동관측망을 직접 설치하여 실시간으로 현황을 파악하여 활용하고 있다. 2009년말

현재 경기도가 66개, 경기도내 시나 군에 40개의 자동 관측장비가 설치되어 있다. 경기도 재난관리과를 중심으로 재난안전대책본부가 설치되어 운영되고 있다. 향후 기후변화에 따른 기상재해가 더욱 심화될 것에 대비하여 대응계획을 수립할 예정으로 있다[그림 1].



[그림 2] 경기도 농업기술원의 농업기상 정보

자료: <http://www.epilove.com/>

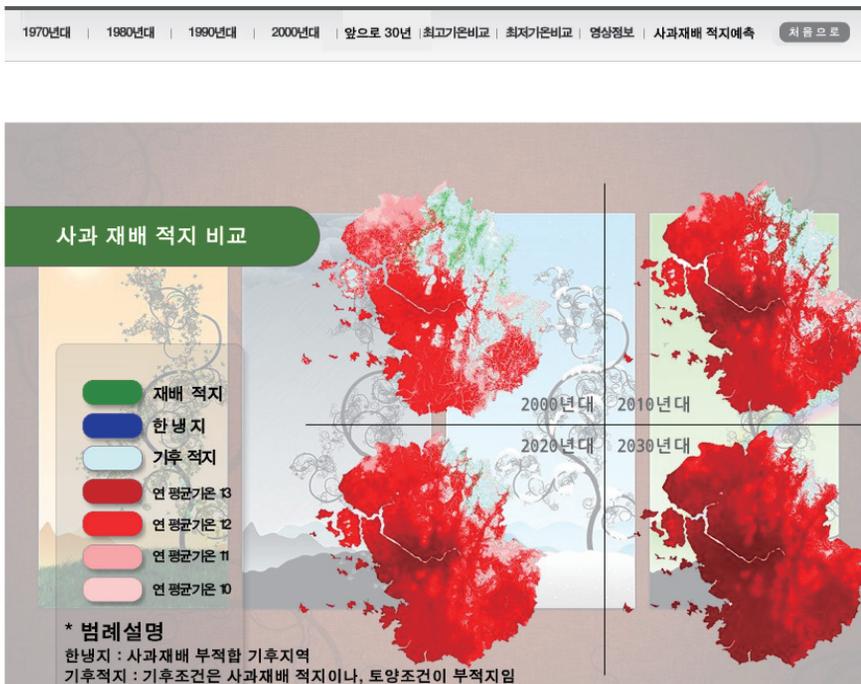


다음은 농업분야로 주로 경기도 농업기술원을 중심으로 병충해의 예측과 대응을 위해 기상정보가 활용되고 있다. 경기도 농업기술원은 자체적으로 33개의 자동관측망을 갖추고 기상청의 관측망과 병용하여 기온 및 강우 정보를 실시간 분석하여 제공하고 있다. 관측망 자료를 250m 격자자료로 분석하고 기온, 강수량 등에 근거하여 벼, 과수, 채소 등에 대한 병해 발생 가능성을 예측하여 제공하고 있다[그림 2].

또 농업분야 기후변화 대응의 일환으로 기후변화에 따른 작목 개발, 재배적지 분석, 농경지 온실가스 저감 기술 개발 등에 대한 연구를 수행하여 활용할 계획으로 있다. [그림 3]과 같이 과거와 미래의 각 30년씩 기

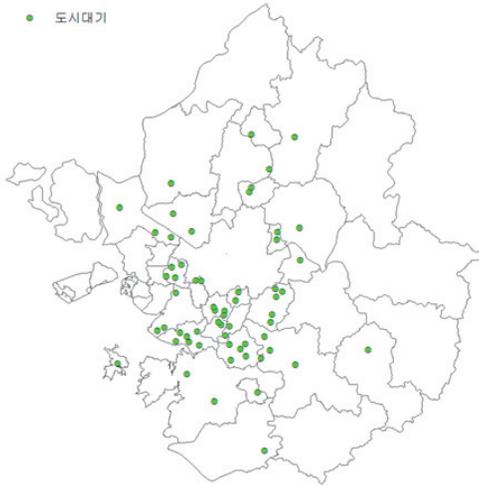
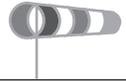
온을 분석 예측하고 작물별로 재배적지를 정보화하여 농업에 활용하고 있다.

환경분야의 기상정보 활용 또한 매우 활발한데 현재 경기도내에는 [그림 4]와 같이 66개 지점의 대기오염 측정망에서 기상관측장비가 운영되고 있다. 여기서 관측된 자료는 지역별 바람장미 분석, 공기 및 오염물질 이동경로 추정에 사용되고 있다. 또 수도권내 기상청의 측후소 관측자료와 상층기상 관측자료를 사용하여 미세먼지 및 오존경보제를 운영하고 있다. 고농도 미세먼지 및 오존의 발생은 관련 물질의 배출과 함께 종합적인 기상정보 분석이 매우 중요하다.



[그림 3] 경기도 사과재배 적지 예측 사례

자료: <http://www.nongup.gyeonggi.kr/Web/unit/elong/>

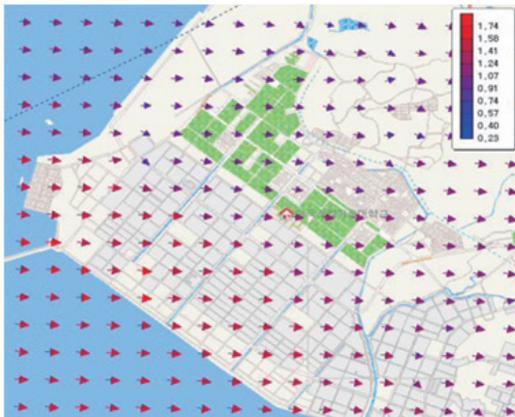


[그림 4] 경기도 대기오염 측정망 위치도

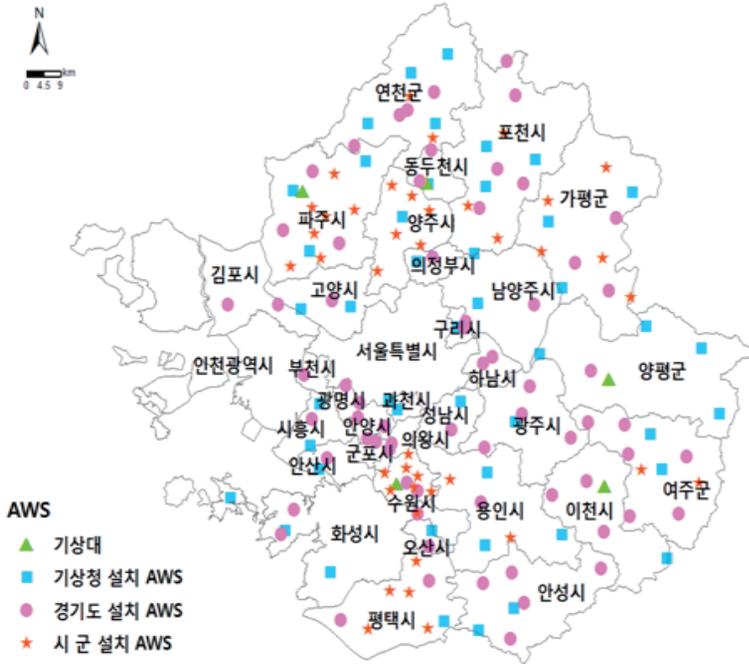
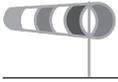
경기도의 환경분야 기상정보 활용에서 특이할 만한 사항으로 공단지역에서 운영되고 있는 실시간 오염물질 추적감시시스템을 들 수 있다. 시화 및 반월 산업단지는 수도권 최대 공업지역으로 화학, 섬유, 염색 등 대기오염 유발 시설들이 밀집되어 있어 사회적 문제가 되

고 있다. 특히 2005년 이후 공단 주변 주거지역에서 악취 민원이 발생하여 사회문제가 되면서 악취가 감지되면 실시간으로 이동경로와 배출원을 분석 추적하는 시스템을 갖추어 대응하고 있다. 현재 '유비무환(Ubi無患)'이라는 이름으로 악취추적분석시스템이 운영되고 있는데, 여기에서 기상정보의 취합 분석이 아주 중요하다[그림 5]. 주변지역 대기오염측정망의 자동관측 자료와 4개소의 자동관측망을 보완하여 활용하고 있다. Ubi無患에서 관측된 기상 자료는 Calmet이라는 대기질 기상모델을 사용하여 분석하고, 그 결과를 Hysplit이라는 궤적분석 모형의 입력자료로 사용하여 악취배출원을 추적 관리하고 있다.

[그림 6]은 현재 경기도내에 설치되어 운영되고 있는 자동기상관측망을 전부 표시한 것이다. 총 156개의 관측장비가 설치되어 있는데 기상청이 50개, 경기도가 66개, 경기도 시와 군에서 설치한 것이 40개에 이른다. 이 그림으로부터 관측망이 상당히 조밀하게 설치되어 있음을 알 수 있다.



[그림 5] 시흥지역 악취추적분석시스템 'Ubi無患'



[그림 6] 경기도의 자동기상관측망

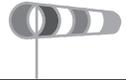
그러나 전체 측정망을 아우르는 정도관리체계가 미비하여 관측 자료에 대한 검증이 부족하고, 관측 자료를 전체적으로 DB화하여 추적·활용할 수 있는 체계가 없어 개선이 필요한 것으로 생각된다. 또 농업이나 환경분야에서 일부 고급분석 기능들이 활용되고 있지만, 대체적으로 수동적인 현황 파악에 머무르고 있는 실정이다.

II. 기후정보의 활용

기상정보와 달리 기후정보는 장기간의 관측결과에 대한 분석이 따라야 한다. 통상 30년 평균 자료의 추세를 기후변화 정보라고 하면 지방정부단위에서 기후정

보를 생산하고 활용하는 것은 아직까지 시도된 바가 없는 것으로 알려져 있다. 그러나 기후변화대책의 핵심 주체인 지방정부가 저감계획과 적응대책을 직접 추진하기 위해서는 해당 지역의 기후정보가 필수불가결하다.

최근 들어 환경 친화적인 도시계획 및 관리에 대한 사회적인 요구가 증대하고, 특히 기후변화에 대한 능동적 대처를 위한 기초자료의 필요성이 증대되고 있다. 현재 경기도에서는 기후변화 대응을 위해 경기도의 기상 및 기후, 에너지 사용, 온실가스 배출 및 흡수량 현황, 대기오염물질 배출량 등 관련 정보체계를 구축하여 각종 개발 및 관리 등이 수반되는 도정계획에 활용



할 예정이다. 이 같은 정보는 장기적인 기후변화 예측에 따른 대응 방안 마련과 온실가스 저감 목표 실행계획을 수립하기 위한 기초 자료로 활용된다. 기존의 전국단위 기상 및 기후 정보는 지역에서 활용하기에 다소 광범위하여 지역 특성에 맞는 고해상도 자료가 요구되고 있다. 여기서는 경기도 기후변화대책을 위한 GIS/DB 구축 및 활용할 계획을 소개하고자 한다.

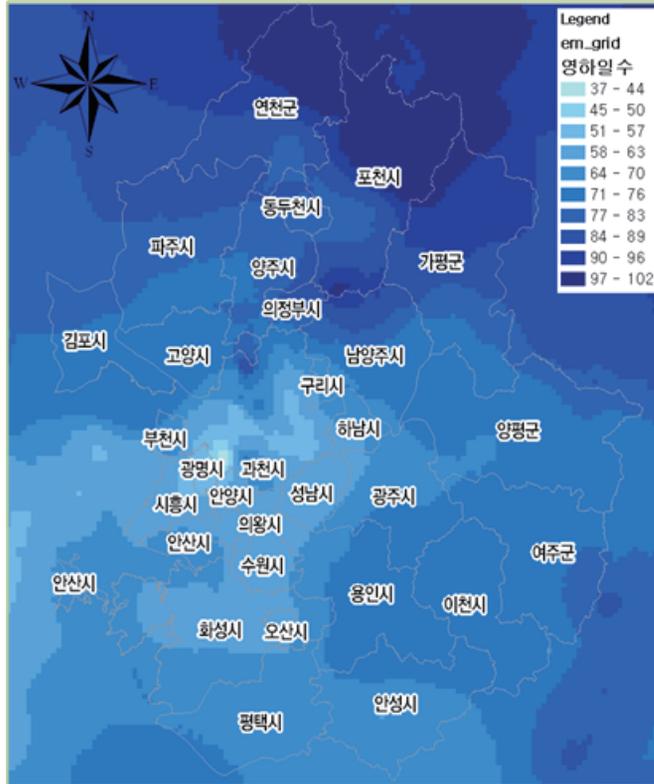
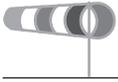
경기도 기후현황도 구축 범위는 기후, 에너지, 온실가스 배출 및 흡수원, 대기오염물질 배출량 등 총 4개부분에 걸쳐 있다. 전체적인 자료 구축 범위는 [표 1]과 같이 요약할 수 있다. 전체적으로 GIS/DB로 구성하고, 주제별로 필요에 따라 전자도면과 종이도면을 제작할 계획이다.

[표 1] 경기도 기후현황도 DB 구축 개요

분야	요소	부문	연도	도면형태	도면수
기후 분야	온도, 습도, 강수량, 강설량, 일사량, 풍향, 풍속 등 (25개 항목)	-	1979년-2008년 (10년-30년)	시군 & 격자 (1km, 250m)	600개×2
에너지 분야	석탄, 석유, 전력 등 신재생에너지 (15개 항목)	가정, 공공, 산업, 상업, 수송, 에너지산업 (6개 부문)	1999년-2008년 (10개년)	시군 & 격자 (1km) & 지번(필지)	800개×2
온실가스 분야	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , CO ₂ -eqi. (4개 항목)	에너지부문, 산업 등 (27개 부문)	2003-2007 (5개년)	시군 & 격자(1km)	540개×2
대기오염물질 분야	SO ₂ , NO ₂ , PM, CO, VOCs, HN ₃ (6개 항목)	12개 대분류, 803개 세분류 (12개 부문)	2003년-2007년 (5개년)	시군 & 격자(1km)	360개×2

[표 2] 기후분야 자료구축 범위

기상요소	산정 기후지수		자료 형태	연도
일평균기온	냉방도일, 난방도일, 식물생장일수, 영하일수 등		시군단위 격자단위	1977 ~ 2008 (30년)
습도	열파지수	-		
기온		한파일수		
풍속	- 체감온도			
순간최대풍속	강풍일수			
강우량 적설량	강수일수, 무강수일수, 호우일수 등			
일사량	일사량			



[그림 7] 기후요소 분석 사례(영하일수)

기후현황도에서 기후요소로는 온도, 습도 등 기후 관련 25개 항목에 걸쳐 최근 30년 관측치를 기준으로 자료체계를 구축하였다. 자료 형태는 추이 분석과 함께 시군단위 및 격자자료를 포함하며 요소별, 연도별로 약 1,200여장의 GIS/DB로 구성된다. 이에 대한 기후분야 자료 구축 범위는 다음 [표 2]와 같이 요약할 수 있으며, [그림 7]은 기후요소중 영하일수를 공간적으로 분석한 사례이다.

에너지 분야는 석탄, 석유, 전력 등 각종 에너지원별로 산업, 상업, 가정 등 부분별로 사용량을 분석하였다.

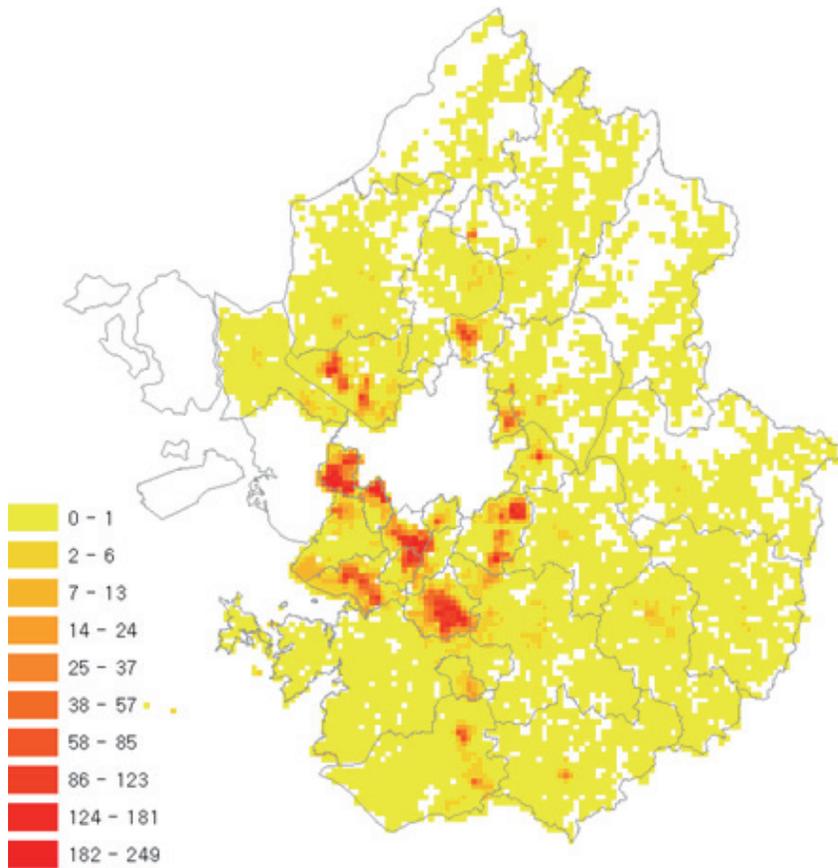
최근 10년을 기준으로 자료체계를 구축하고, 자료 형태는 연차별 추이 분석과 함께 시군단위 및 격자자료를 포함하는 시공간 자료를 포괄하고 있다. 요소별, 연도별로 약 1,600여장의 GIS/DB로 구성되는데, 에너지 분야 구축 범위는 다음 [표 3]과 같이 요약할 수 있다. [그림 8]은 에너지분야중 가정부문에서 사용되는 전력을 격자단위로 분석한 사례이다.

온실가스 배출 및 흡수원 분야는 IPCC의 표준배출원 분류에 의거하여 경기도 시군별 배출량 자료를 구축하였다. 최근 5년간을 대상으로 연차별 추이 분석과



[표 3] 에너지 분야 자료구축 범위

에너지요소		부문별 요소	자료 형태	연도
석탄	무연탄(국내탄, 수입탄)	발전, 산업, 가정상업, 공공기타	시군단위 격자단위	1999 ~ 2008 (10년)
	유연탄(원료탄, 연료탄)	산업, 발전용, 시멘트용, 기타		
석유	가정, 공공, 산업, 상업, 에너지산업			
도시가스	가정, 상업, 산업, 수송, 공공, 기타			
열에너지	주택용, 업무용, 공공용			
전 력	가정, 공공, 생산, 서비스			
신재생 에너지	신에너지(연료전지, 석탄가스화·액화, 수소에너지)			
	재생에너지(태양광, 태양열, 풍력, 바이오에너지, 폐기물에너지, 지열, 소수력, 해양에너지)	-		



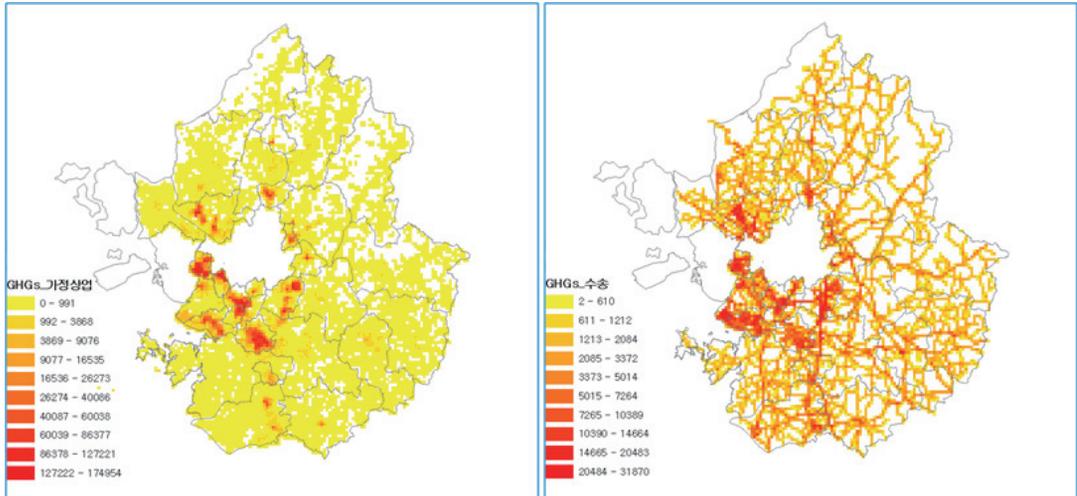
[그림 8] 에너지 분야 분석 사례(2008년 가정부문 전력소비량)



함께 시군 단위 및 격자 자료를 포함한다. 요소별, 연 는 양을 격자단위로 분석한 사례이다.
 도별로 약 1,000여장의 GIS/DB로 구성되는데, 온실
 가스 분야 구축 범위는 [표 4]와 같이 요약할 수 있다. 대기오염물질 배출량 분야는 환경부의 표준 배출원
 [그림 9]는 온실가스가 가정과 교통부문에서 배출되 분류에 의거하여 경기도 시군별 배출량 자료를 구축하

[표 4] 온실가스 분야 자료구축 범위

대상물질	대상분야		자료형태	대상연도	
	대분류	중분류			
CO2 CH4 N2O CO2-eqi.	에너지 부문	소계	시군단위 격자단위	2003 ~ 2007 (5년)	
		연료연소 (부문별)			소계
					에너지 산업
					제조업 및 건설업
					수송
					광업,농림어업, 가정/상업, 공공/기타
		탈루성 배출			소계
					석탄생산
					석유 및 천연가스
		산업공정			소계
	광물산업				
	화학산업				
	금속산업				
	기타산업				
	HFCs, PFCs, SF6 생산				
	솔벤트 및 기타 제품소비	HFCs, PFCs, SF6 소비			
	농업	소계			
		장내발효			
		분뇨분해			
		벼논경작			
		농업용 토양			
		소계			
	토지이용 변화 및 임업	산림 및 기타 목질 바이오메스 저장량 변화			
산림 및 초지 전용					
경영 토지의 방치					
토양의 CO2 배출 및 흡수					
소계					
폐기물	고형폐기물 매립				
	생활하수 처리				
	산업폐수 처리				
	폐기물 소각				
	소계				



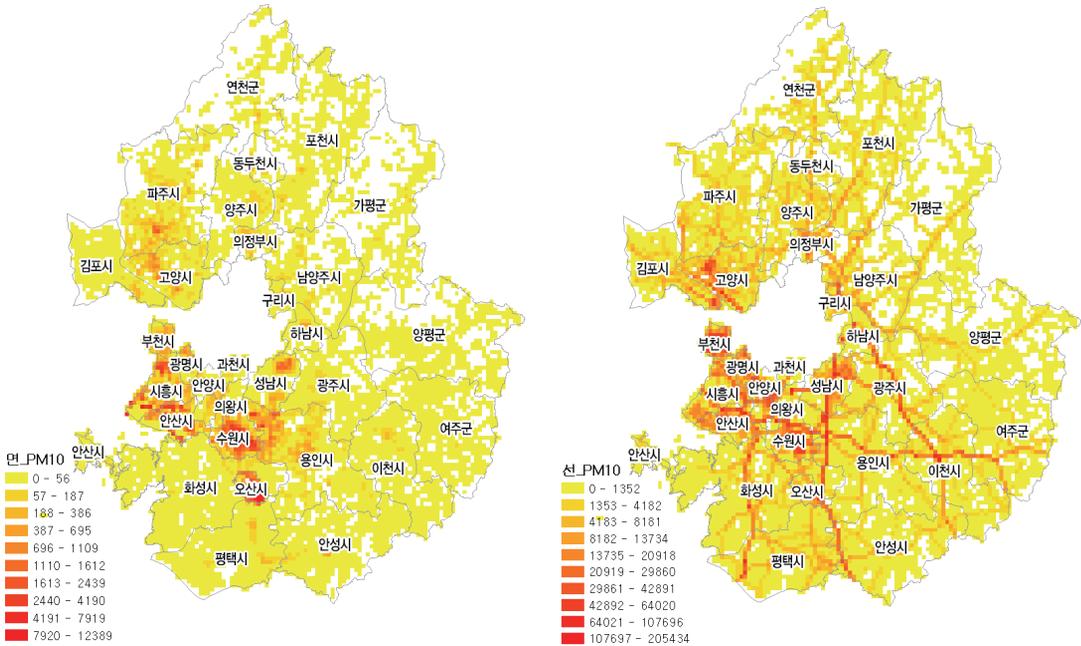
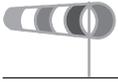
[그림 9] 온실가스 배출량 분석 사례(좌: 가정부문, 우: 교통부문)

였다. 최근 5년간을 대상으로 연차별 추이 분석과 함께 시군단위 및 격자 자료를 포함한다. 요소별, 연도별로 약 700여장의 GIS/DB로 구성되는데, 구축 범위는 [표 5]와 같이 요약할 수 있다. [그림 10]은 미세먼

지의 배출량을 부문별 격자단위로 분석한 사례이다. 위의 모든 자료와 분석결과는 권역별 GIS/DB로 구축하여 경기도의 기존 GIS/DB 서비스와 연계하여 활용해

[표 5] 대기오염물질 배출량 분야 구축 범위

대상물질	대상분야			자료 형태	대상 연도
	분류번호	대분류	중분류수		
SO2 NO2 CO PM VOCs NH3	01	에너지산업 연소	32	시군단위 격자단위	2003 ~ 2007 (5년)
	02	비산업 연소	32		
	03	제조업 연소	32		
	04	생산공정	32		
	05	에너지공급	32		
	06	유기용제 관련	37		
	07	도로이동배출원	33		
	08	비도로이동배출원	33		
	09	폐기물관리	33		
	10	농업	2		
	11	기타 면오염원	6		
	12	비산면지	3		



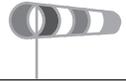
[그림 10] 대기오염물질 PM10 배출량 분석 사례(좌: 면배출원, 우: 교통배출원)

나갈 계획으로 있다. 이 자료체계는 먼저 경기도의 각종 도시관리, 토지이용계획, 녹지계획 등 분야에서 활용될 예정이다. 또한, 각종 개발계획 수립 시 개발유도 및 억제지역 등에 대한 판단 자료와 신도시, 뉴타운 등 각종 도시계획에서 온실가스 흡수를 위한 녹지공간 조성 근거자료 등으로 활용될 수 있다. 그 밖에도 재개발, 재건축 등 도시개발 및 도시계획의 환경성 평가, 환경영향 평가 등에도 활용될 예정이며, 각종 개발사업과 환경영향 상호간의 적합성 판단의 지침과 도시개발 사업으로 인한 기후변화 영향 분석을 위한 기초정보로 활용될 수 있다. 마지막으로 경기도 기후변화 대응 및 적응 관련 각종 정책에 활용된다. 온실가스 배출저감에 필요한 지역별 에너지 관리 자료로 활용하고, 기후변화 적응정책, 대기환경관리 등 각종 환경정책 자료로 활용된다.

III. 맺음말

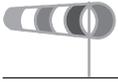
지금까지 경기도에서 생산, 분석, 활용되고 있는 기상·기후정보에 대하여 살펴보았다. 경기도에는 현재 약 160여개의 자동기상관측망이 기관별로 설치되어 재난관리, 농업, 환경 등 각 분야에서 활발하게 활용되고 있다. 그러나 전체 측정망을 아우르는 정도관리 체계가 미비하고 DB화하여 축적 활용할 수 있는 체계가 부족해 상당한 개선이 필요하다. 그리고 각 분야별로 일부 고급분석을 통해 농업, 환경분야에서 응용자료들이 활용되고 있긴 하지만 전체적으로 수동적인 현황 파악에 그치고 있다.

기후자료역시 구축 초기단계에 있다. 지방정부의 특성



상 지역에 특화된 고해상도의 기후자료와 예측자료가 필요하지만 기술적으로 쉽지 않다. 특히 기후변화대책의 중요한 주체가 지방정부임을 감안하면 고해상도로 지역에 맞는 분석결과가 각 분야별로 요구되지만 소규모 단위(micro scale) 기후정보의 생산은 기술적으로 아직까지 한계가 있다.

그러나 현재 기상청이나 국립환경과학원 등 각 기관별로 기후정보를 보다 정확하게 상세하고 정확하게 분석하는 노력들이 진행되고 있다. 이들 연구들의 성과와 함께 기상기후정보의 지역에서의 실질적인 활용 수준 또한 높아질 것으로 기대된다.



국가기본풍속지도의 필요성

권순덕

KOCED 대형풍동센터장,

전북대학교 부교수

sdkwon@chonbuk.ac.kr

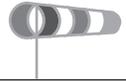
I. 서론

국내 건설시장 규모는 지속적으로 증가하고 있으며, 2009년 기준 건설시설물의 자산 가치는 2,438조원으로 우리나라 국부의 35.1%를 차지하고 있다(한국 건설산업연구원 2009). 이러한 건설구조물의 안전에 영향을 미치는 자연적인 요소로 바람과 지진이 있다. 그런데 아직 국내에 지진으로 인한 실질적인 피해가 없다는 점에서 바람이 가장 현실적인 위협 요소이다.

통계에 의하면 우리나라의 자연재해 중 태풍에 의한 피해가 가장 크다(소방방재청). 특히 태풍 사라를 포함하여 수많은 태풍으로 인한 인명 및 재산피해는 천문학적이다. 최근에도 2002년 태풍 루사로 5조 1천억 원 이상, 2003년 태풍 매미로 4조 7천억 원 이상의 피

해가 발생하였다. 그리고 이에 대한 복구비로 각각 9조 및 6조 이상의 국가재정이 투입되는 등 태풍 피해가 빈번하게 발생하고 있다. 아울러 2003년 태풍 매미에서 보듯이 부산항 크레인이 붕괴됨에 따라 수출입 업무의 장애로 인한 2차 피해까지 발생하였다.

건설구조물에 작용하는 풍압은 풍속의 제곱에 비례한다. 따라서 풍속이 약간만 달라지더라도 풍압은 크게 차이가 난다. 따라서 건설구조물이 적절한 안정성을 지니면서 동시에 경제적이려면 설계를 위한 풍속을 합리적으로 결정해야 한다. 이러한 풍속을 개개인이 결정할 수는 없으며, 국가적으로 통일된 원칙에 따라 지역별 특성을 반영하여야 한다. 이러한 측면에서 본 원고에서는 기상자료를 사용한 국가 기본풍속 지도의 필요성과 기상청의 역할에 대해서 논의하고자 한다.



II. 태풍으로 인한 피해 사례

그 동안 강풍으로 인하여 많은 피해가 있었지만, 대표적인 사례로 2003년 태풍 매미에 의한 건설구조물 및 사회간접자본의 피해를 소개하고자 한다. 태풍 매미에 의한 피해 사례로 가장 충격을 주었던 것은 부산항 신감만 부두의 크레인 붕괴이다([그림 1] 참고). 총 7기의 크레인이 붕괴되어 직접적인 피해액이 400억 원에 달하고, 수개월 동안 부두를 사용하지 못함과 아울러 주요 선사들이 주항구를 외국으로 변경함에 따른 간접적인 피해액은 어마어마하다.



[그림 1] 부산항 신감만부두 크레인 붕괴

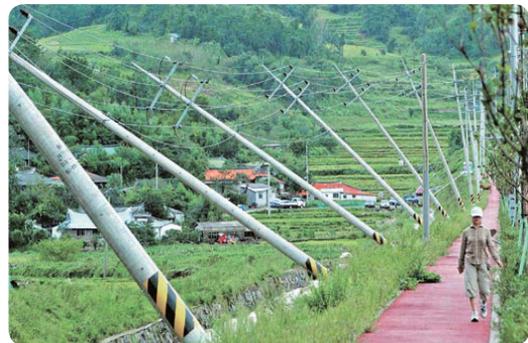
해안에 인접한 건축구조물도 큰 피해를 입었다. 대표적인 사례로 서귀포 월드컵 경기장의 지붕이 찢어지거나([그림 2] 참고), 건물의 지붕이 날아가는 등 피해 사례가 다수 보고되었다([그림 3] 참고). 그리고 부산 녹산공단의 조립식 건물에서 지붕이나 벽체가 날아간 사례도 다수 발생하였다. 그 외 송선철탑이 붕괴되는 등 전봇대에 손상이 발생하여 2차 재해를 일으키기도 하였다([그림 4]).



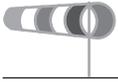
[그림 2] 서귀포 월드컵경기장 지붕 손상



[그림 3] 부산지역 빌딩 지붕 손상



[그림 4] 남해안 지역의 전봇대 전도



III. 기본풍속이란?

건설구조물의 수명은 보통 수십년으로 잡는데, 그 기간 동안 어느 정도의 강풍이 발생할지 추정하기는 상당히 어렵다. 이러한 풍속을 결정하기 위하여 일반적으로 확률적인 방법을 사용하고 있다. 예를 들면 수명을 50년으로 잡는 일반 교량의 경우 100년에 한번 볼 수 있는 강풍에 견디도록 설계한다. 이렇게 정해진 기간에 한번 올 확률이 있는 개활지¹⁾ 10m 높이의 풍속을 기본풍속이라 하며, 일반적으로 그 지역 기상관측소에 누적된 풍속자료와 극치확률분포를 사용하여 추정한다.

건설구조물의 설계를 위하여 사용되는 가장 대표적인 설계기준으로 '도로교설계기준'과 '건축구조설계기준'이 있다. 이 두 기준에서 각각 교량과 건축물을 설계하는데 필요한 지역별 기본풍속을 정의하고 있다. [표 1]과 [표 2]에서는 두 기준에서 정의하고 있는 지역별 기본풍속을 나타내었다. 그런데 표에서 보듯이 동

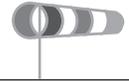
일한 지역이지만 기본풍속 값이 상이한 경우가 다수 있다. 예를 들어 목포지역의 기본풍속을 보면 도로교 설계기준에서는 기본 풍속이 45m/s이지만 건축구조 설계기준에서는 35m/s이다. 이를 풍압으로 환산하면 건물은 교량의 60% 밖에 안되는 풍압으로 설계되고 있다. 즉 같은 지역에 건설되는 교량과 건물이 각기 다른 기준(풍속)으로 설계되고 있다. 왜 이런 현상이 발생했을까? 어느 쪽이 맞는가?

앞서 언급했듯이 기본풍속을 산정하기 위해서는 기상관측소의 누적된 풍속을 사용한다. 그런데 수십년 동안 기상관측을 해오면서 기상관서의 위치가 이동하거나 풍속계를 교체하면서 높이가 바뀐 경우가 다수 있다. 그리고 기상관측소가 위치한 지점의 국부적인 지형적 특성(예를 들면 언덕 정상 혹은 골짜기)으로 인하여 주변보다 풍속이 높거나 낮을 수 있다. 또한 기상관측소 주변이 도시화되면서 지표조도가 크게 바뀐 곳도 있다. 즉 풍속은 주변지형이나 지표 조도에 따라 달라지므로 관측된 풍속자료를 그대로

[표 1] 도로교설계기준의 기본풍속

구분	지역	지명	기본풍속(m/s)
I	내륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30
II	서해안	서산, 인천	35
III	서남해안 남해안 동남해안	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	40
IV	동해안 제주지역 특수지역	속초, 강릉 제주, 서귀포 목포	45
V		울릉도	50

1) 앞이 막힘 없이 탁트여 시원하게 열려있는 땅.



[표 2] 건축구조설계기준의 기본풍속

지역		기본풍속(m/s)
서울 인천광역시 경기도	서울, 인천, 김포, 부천, 부평, 구리, 오산, 송탄, 평택, 시흥, 과천, 안양, 수원, 안산, 군포, 의왕, 안성, 강화	30
	양평, 성남, 하남, 용인, 의정부, 동두천, 포천, 파주, 광주, 기흥, 미금, 여주, 이천, 신갈, 장호원	25
강원도	속초, 강릉, 양양, 주문진	40
	거진, 간성, 동해, 삼척, 원덕	35
	춘천, 화천, 양구, 철원, 김화, 인제, 영월, 정선, 태백, 원주, 평창, 홍천	25
대전광역시 충청남도	장항	40
	태안, 서산, 청주, 대천, 서천, 안면도, 조치원, 천안, 홍성, 광천, 아산	35
	대전, 당진, 합덕, 성환, 진천, 증평, 온양	30
	음성, 청양, 금산, 영동, 공주, 논산, 제천, 충주, 부여, 보은, 단양, 괴산, 옥천	25
부산광역시 대구광역시 경상남도	포항, 울릉도, 구룡포, 오천, 흥해, 김포	45
	부산, 기장, 장안, 연일, 외동, 가덕도	40
	울산, 통영, 거제, 고성, 진해, 김해, 마산, 창원, 양산, 진영, 울진, 평해, 안강, 경주, 남해, 삼천포	35
	건천, 가야, 삼랑진, 영덕, 사천	30
	대구, 영주, 구미, 김천, 영천, 안동, 봉화, 풍기, 예천, 청송, 영양, 하양, 경산, 청도, 남지, 의령, 추풍령, 상주, 선산, 군위, 의성, 문경, 점촌, 함창, 진주, 거창, 함양, 산청, 고령, 창녕, 합천, 밀양	25
광주광역시 전라남도	군산, 미성	40
	목포, 여수, 완도, 진도, 옥구, 노화, 익산, 금일, 해남, 관산, 대덕, 도양, 고흥	35
	광주, 나주, 화순, 영암, 일노, 강진, 장흥, 보성, 벌교, 순천, 광양, 무안, 함평, 영광	30
	전주, 함열, 진안, 무주, 삼례, 담양, 부안, 남원, 순창, 구례, 고창, 정주, 장수, 승주, 임실, 태인	25
제주도	전지역	40

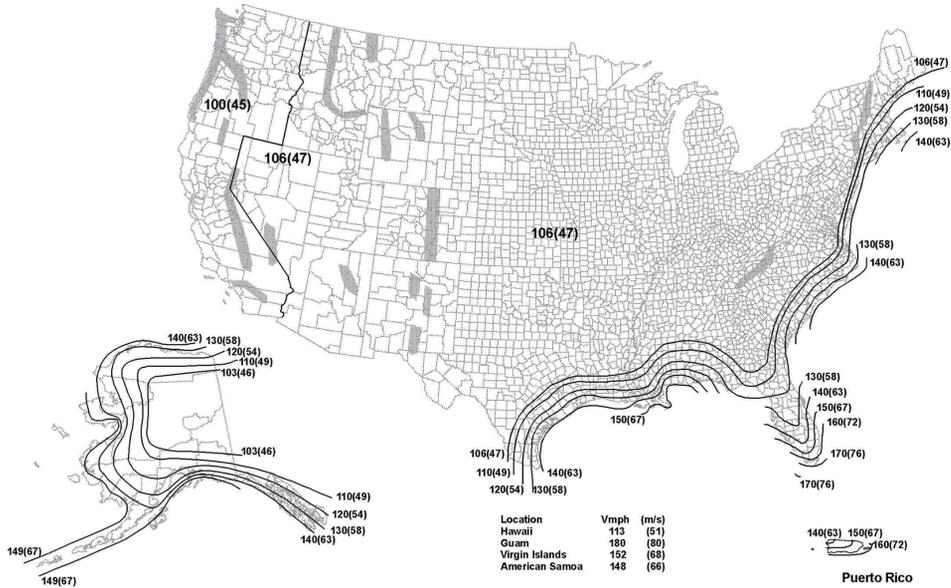
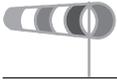
사용할 수 없고 적절한 보정을 해야 한다. 따라서 어떻게 보정하느냐에 따라 풍속 원시자료 자체가 많이 달라질 수 있으므로, 그로부터 추정된 기본풍속도 따라서 달라진다. 즉 가장 전문적인 지식이 필요한 부분이다.

IV. 국가기본풍속지도의 제안

강풍에 의한 건설구조물의 피해를 줄이기 위한 가장 쉬운 방법은 기본풍속을 높이는 방안이다. 하지만 기

본풍속을 높이면 건설비가 따라서 증가한다. 만약 건설비가 5%만 증가하더라도 국가 전체로 보면 한 해에 수조원의 추가 비용이 발생할 수 있다. 따라서 무작정 기본풍속을 높이는 것은 오히려 과다 설계가 되어 우리나라에 손해를 끼치게 된다. 그러면 경제성과 안정성을 동시에 만족할 수 있는 합리적인 방법은 무엇인가?

바로 국가기본풍속지도의 개발이다. [그림 5]는 미국의 건설분야에서 공통적으로 사용하고 있는 기본풍속 지도를 보여주고 있다. 우리나라 기상관측소는 대부



Notes:
 1. Values are nominal design 3-second gust wind speeds in miles per hour (m/s) at 33 ft (10m) above ground for Exposure C category.
 2. Linear interpolation between contours is permitted.
 3. Islands and coastal areas outside the last contour shall use the last wind speed contour of the coastal area.
 4. Mountainous terrain, gorges, ocean promontories, and special wind regions shall be examined for unusual wind conditions.

[그림 5] 미국의 기본풍속 지도(Vickery 2010)

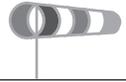
분 30년 이상의 풍속 자료를 보유하고 있으므로 확률 분석을 통하여 지역별 기본풍속을 산정하기 위한 기본 자료는 확보되어 있다. 다만 앞서 말했듯이 어떻게 보정하느냐의 문제가 남아 있다.

각 기상관측소와 AWS의 풍속자료는 상당히 방대하므로 개인이 이를 처리하기는 힘들다. 그렇다고 실체가 명확하지 않는 관련 학회에서 이를 다루기도 힘들다. 지난 수년간 기상청에서는 풍속자료를 바탕으로 적절한 보정을 통하여 풍력자원지도를 개발한 바 있다. 기본풍속지도도 풍력자원지도와 기술적으로 유사한 과정을 통하여 만들 수 있으므로 기상청은 이미 준비가 되어 있다고 말할 수 있다. 기상분야 최고의 전문가가 개발한 국가기본풍속지도를 누가 마다 하겠는가? 우

리나라 건설구조물의 설계를 위한 국가 기본풍속 지도는 국가의 경쟁력을 높이는 주요한 요소라고 판단되므로 기상청에서 적극적으로 개발하기를 제안한다.

참고문헌

대한건축학회, 2005: 건축구조설계기준.
 소방방재청, <http://www.nema.go.kr/>
 한국건설산업연구원, 2009: 국부 형성에 대한 건설산업의 기여 및 지역별 인프라 스톡 추계, 연구보고서.
 한국도로교통협회, 2005: 도로교설계기준.
 Vickery, P.J., et al., 2010: Ultimate wind load design gust wind speeds in the United States for use in ASCE-7. Journal of Structural Engineering, ASCE, 136(5).



국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화

김 병 선

한국기상산업진흥원장

kimbs@kmipa.or.kr

1. 기후변화와 기후정보

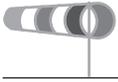
1. 최근 국내의 기후변화

2009년도 전국의 연평균기온은 섭씨 13.1도로 평년보다 0.7도 높았으며 평균최저기온은 섭씨 8.3도로 1973년 이래 다섯 번째로 높은 기온을 기록하였다. 연평균 강수량은 태풍의 직접적인 영향을 받지 않음에 따라 전반적으로 평년보다 적은 1265.7mm로 기록되었으나 일강수량 80mm 이상일수는 2.8일로 평년보다 1.3배 많게 발생하였다. 그러나 경인년 새해를 맞이하여 첫 업무를 시작한 2010년 1월 4일에 서울 송월동에는 1937년부터 시작된 송월동 기상관측 이래 가장 많은 25.8cm의 눈이 내리고 한파가 몰아침에 따라 시민들에게 많은 불편을 주었던 것으로 기억된다.

1월 12일의 한국기상산업진흥원 개원식을 야외행사로 하기로 정함에 따라, 행사장에 쌓인 많은 눈이 강추위로 인해 녹지 않을 것으로 판단하고, 쌓인 눈이 얼기 전에 치우기 위해 직원들이 많은 고생을 하였다. 이후에도 평년보다 강설일수가 증가함에 따라 전국적으로 제설작업에 많은 돈과 인력이 투입되었다. 이러한 불편함에도 불구하고 이번 겨울에 많은 눈은 풍부한 수자원 공급과 극심하던 봄철 산불발생을 획기적으로 줄이는 긍정적인 영향을 주었으며, 대기질의 개선으로 봄철에 자주 나타나는 먼지로부터 대기층을 맑게 유지하는데 큰 도움을 주었다.

2. 최근 세계적인 기후변화

2009년 전지구 평균기온은 평년보다 섭씨 0.56도가 높아 1880년 이래 다섯 번째로 높은 해였으며 특히 유



럽과 아시아 등 북반구 고위도 지역에서 더 높은 분포를 보였다. 전지구 강수량은 평년과 유사하였으나 연 변화폭이 큰 곳이 많았고, 지역적 특성으로는 인도에서 몬순시기의 강수량이 평년의 77%에 불과하였다.

2009년 말부터 북반구에서 1980년대 이후의 온난화 현상을 잊어버릴 정도로 기록적인 폭설과 한파가 이어졌으며, 남반구에서도 폭우로 인한 피해 등이 발생하였다. 중국 베이징에서는 금년 1월 3일에 59년만의 기록적인 33cm 폭설이, 미국의 마이애미에서는 1월 10일 기온이 1.7도로 40년만에 기록인 저온을 나타냈다. 2월에는 미국 동북부지역의 눈폭풍으로 워싱턴에서는 누적적설량이 142cm, 볼티모어는 183cm를 기록하였다. 그러나 호주와 멕시코에서는 기록적인 폭우로 재해가 발생하였으며, 밴쿠버에서는 4일 연속 비가 내린 가운데 이상고온으로 인해 동계올림픽 일정에 차질이 발생하였다. 2월 상순에 동유럽에는 폭설로 인해 주요 고속도로가 폐쇄되고 정전사태가 발생하였으며, 중국 장쑤, 허베이 등 9개 성에서도 폭설과 한파로 인해 빈번한 교통사고로 많은 불편이 발생하였다.

3. 기후변화와 기상정보 중요성

20세기 후반부터 시작된 지구온난화에 익숙해져 있던 북동 아시아지역에서는 오랜만에 찾아 온 추위로 인해 반복적인 기후주기설에 따른 소비하기가 도래할 전조라고 하는 학설이 다시 고개를 들고, 지구온난화를 규정한 IPCC의 노력에 많은 의혹을 제기하였다. 기후변화가 범세계적 관심사가 된 것은 엄청난 인명과 재산 피해 때문이다.

기후변화에 따른 경제적 손실산정에 대한 IPCC의 조사결과에 따르면 세계 GNP의 1.5~2.0%, 선진국은 GNP의 1.0~1.5%, 개발도상국은 GNP의 2.0~9.0%에 이를 것으로 1990년 경제가치로 추정하였다. 이러한 사회적 비용의 추정은 과학적인 사실의 인정과 추정에 밀접하게 연관되어 있으나 과학적 지식의 불확실성 외에도 여러 가지 불확실성이 내재되어 있게 된다.

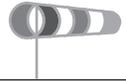
그럼에도 불구하고 날씨와 관련된 자료는 소중한 자원이기도 하다. 개인생활은 물론이고 무연과 에너지, 식량 등 경제산업 전반에 걸쳐 날씨를 적절히 이용해 얻는 이익이 상당하다.

미국의 경우 GDP의 3분의 1이 날씨와 직간접적으로 관련되어 있고, 세계 경제활동의 80% 이상이 날씨의 영향을 받고 있다. 1980년대 중반, 기상에 대한 투자는 투입 대비 20배의 경제적 가치를 가졌다는 보고서가 발표되었고, 지금은 그 가치가 더욱 커진 것으로 추산된다.

II. 한국기상산업진흥원의 기상산업진흥업무

1. 연혁 및 현황

2005년 8월에 설립한 한국기상산업진흥원은 연차적으로 기상정보지원기관과 기상관측장비검정기관으로 공인을 받아 정부업무를 대행하였으나 법적지원 근거의 미비로 인해 매우 열악한 환경에서 기상산업진흥업무를 수행하여 왔다. 수년간의 노력으로 2008년에 기



상산업진흥법을 마련하고 국회통과를 위해 많은 노력을 기울였으나 아쉽게도 그해를 넘기게 되었다. 2009년 2월 23일 국회 공청회를 통해 법안에 대한 각계의 의견을 수렴한 의원입법 개정안이 환경노동위원회에서 4월 23일에 수정 가결되었다. 법제사법위원회의 심사를 거쳐 4월 30일의 본회의에서 수정 가결되어 정부로 이송되었고, 드디어 2009년 6월 9일에 제정·공포하게 되었다. 동법 시행령이 12월 7일에 제정되고 동법 시행규칙이 12월 10일에 제정됨에 따라 12월 10일부터 법적효력이 발생하게 되었다. 동법 제 17조에 한 국기상산업진흥원의 업무에 대해 구체적으로 명시가 되었으며 기상산업 진흥을 위해 기상청에서 적극적으로 지원할 수 있게 되었다.

2009년 말에는 국회 환경노동위원회에서 발의한 기상산업진흥과 기상관측장비업무 대행에 따른 예산지원을 위한 수정예산안을 예산결산위원회에서 통과됨으로써 13.68억원을 2010년 예산안에 증액하여 반영할 수 있게 되었다. 이와 함께 2010년 예산중 기상관측장비 구매 및 유지보수와 관련한 사업비를 한 국기상산업진흥원에서 대행하여 집행할 수 있도록 예산전용조치가 2010년 2월에 실무적으로 이루어짐에 따라, 2월 24일 정부업무대행업무계약을 체결하고 2010년도 기상관측장비 관련 업무가 실질적으로 진행되었다.

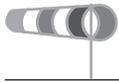
한국기상산업진흥원에서 이루어지는 역무대행사업에 대한 지원을 위해 관측운영팀의 주관으로 8명의 기상관측장비 민간역무사업추진단 중 5명이 2009년 12월 5일부터 실질적인 지원업무를 담당하였으며, 추가 추진단 2인이 1월부터 합류하여 본래 활동기간인 5월

31일까지 진흥원으로 관련 업무들이 성공적으로 이관될 수 있도록 노력하였다. 그러나 청과 업무 처리에 있어 소통의 문제가 여전히 제기됨에 따라 이를 해소하기 위해 2010년 4월 30일부터 정책자문관 1인이 지원업무를 담당하게 되었다.

기상산업의 대한 분류는 그동안 여러 가지로 논의되어 왔으나 현재 진흥법에 의거하여 기상예보, 기상감정, 기상건설팅, 기상장비 분야로 나눌 수 있다. 물론 금융업 등 여러 가지 파생되는 분야도 있겠으나 주를 이루는 산업분야로 4가지 사업에 대해 파악하도록 한다. 진흥원 설립 초기에 시작된 기상정보지원업무는 대분류로 기상예보에 속한다.

2. 기상정보지원업무

민간 기상사업자들이 실시간으로 요구하는 기상정보를 효과적으로 제공하기 위한 목적으로 기상청으로부터 정보지원기관으로 지정을 받아 2010년 6월 현재 등록된 32개의 기상사업자 중에서 기상예보업으로 인정받은 12개 업체에 대해서 기상정보를 제공하고 있다(표 1). 효율적인 기상정보제공을 위하여 진흥원에서는 기상청과 데이터 전용회선(50M)을 설치하여 많은 기상정보를 보다 빠르게 수집하고 있으며, 12개 기상사업자에게 효율적으로 분배하기 위하여 AFD(Aotomatic File Distributor) 프로그램을 이용하고 있다. 이것은 독일 기상청에서 만들어진 프로그램으로 FTP가 가능한 호스트로 선입선출 방식으로 어떠한 형식의 파일이든 전송이 가능하다. 대용량파일 전송도 가능하며, 네트워크 대역폭 전체를 사용하여 기상사업자에게 동시에 분배하기 때문에 기상



[표 1] 기상정보제공 자료 분류 및 진흥원 일별 수신 현황

코드 번호	구분	내용	수수료	일별 수신 파일수	일별 수신 용량
01	기본자료	가. 초단기·단기·중기·장기 예보 나. 기상 특보 다. 상세 기상정보 라. 대기오염 기상정보 마. 지진 관련 자료	282,800	약 1,500건	약 0.1GB
02	기상관측자료	가. 지상기상관측자료 나. 고층기상관측자료 다. 해상기상관측자료	536,200	약 2,500건	약 0.007GB
03	국지기상관측자료	자동기상관측(AWS)자료	113,400	약 1,500건	약 0.07GB
04	항공기상자료	가. 항공기상관측자료 나. 항공기상 예보 및 특보	121,800	약 2,300건	약 0.003GB
05	수치분석격자점값자료	가. 기상분석일기도자료 나. 예상일기도자료	221,200	약 450건	약 35GB
06	수치분석그래픽자료	가. 기상분석일기도자료 나. 예상일기도자료	221,200	약 1,500건	약 0.2GB
07	기상영상자료	가. 기상위성자료 나. 국내레이더관측자료 다. 국내낙뢰관측자료	124,600	약 8,000건	약 5GB

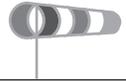
정보를 실시간으로 전송하기에 알맞은 프로그램이다.

기상정보는 환경을 훼손하지 않고 국가자원의 효율적 활용, 국민건강 개선, 자연재난의 경감 등을 통해서 후대에 양질의 환경을 남겨줄 수 있는 친환경적인 자원이다. 또한 녹색성장을 위한 기본 요소이기도 하며, 기술혁신, 국제경쟁력 강화에 필수적인 요소이다. 진흥원에서는 기상정보를 안정되고 효율적으로 제공하기 위해서 AFD 프로그램과 기상정보 실시간 웹 모니터링시스템을 운용함으로써 실시간 기상정보제공 및 기상정보의 체계적인 관리의 기틀을 마련하였다. 앞으로 진흥원은 국민 삶의 질을 높이고 국가기상산업발전의 초석이 될 수 있도록 기상정보의 원활한 전달은 물

론, 필요한 정보만을 선택적으로 받을 수 있도록 체계를 개선하고 기상정보의 품질까지 향상시킬 수 있도록 노력할 것이다.

3. 기상장비업무

기상장비 업무는 장비구매, 유지보수, 검정업무로 분류할 수 있으며 진흥원에서는 2007년 하반기부터 기상청을 제외한 기상관측장비 운영기관의 장비검정에 관한 업무를 수행하여 왔다. 2009년도에 총 1,703식(AWS 398식, 기타 1,305식)의 측기검정을 수행하여 매출 실적은 433,341천원에 이르렀다. 2010년부터는 기상청의 지상관측장비 검정업무도 수행하게 되



었으며, 자체 수입으로 계상하던 검정료는 정부에 납부하도록 변경되었고 금년 목표액은 4.5억원으로 확정되었다. 장비검정 기관으로 그 위상을 확보하기 위해서는 기상청 첨단장비에 대한 검정체계를 구축하고 미흡한 점을 대폭 개선해 나가는 과제를 안게 되었다.

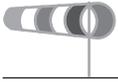
2010년부터 추가로 담당하게 된 기상장비 구매업무는 기상관측장비 분야에서 위성 및 슈퍼컴과 같은 대규모 국책사업과 2011년부터 추가로 대행하게 될 기상연구와 지구대기감시 분야 외에는 모두 진흥원에서 담당하게 되었다. 2010년도 총 사업은 기상청에서 보유하고 있는 58종 총 1,200점의 관측장비에 대한 역무대행을 수행하고 있다. 유지보수 업무등 자동기상관측장비, 초음파적설관측장비, 시정관측장비는 진흥원에서 직접 수행하고 있으며 레이더를 비롯한 다른 장비들은 기존 민간 장비사업자에게 위탁하여 운영하고 있다. 앞으로 국가의 관측정책에 따라 민간에서 투자하기 어려운 대규모 기술분야가 발생하게 되면 직접 유지보수대상 분야를 확장해 나갈 것이다.

2011년부터는 보다 적극적으로 사업을 발굴하여 기상장비 국산화를 장기적인 관점에서 관리해 나갈 수 있도록 기술인력을 확보할 예정으로 있으며 사업대상 부처를 환경부를 비롯한 지식경제부로 대폭 확장하여 공격적으로 업무를 수행할 계획으로 있다. 기상청에서 그동안 추진하고 있던 기상산업연구비도 청년실업 해소를 보다 발전적으로 추진하는 사업과 연계하여 2011년에는 결실을 맺을 것으로 예상되고 있으며 기상청의 기상관측 연구역량과 직결되어 있는 인공중우 분야에서도 향후 대규모 투자가 이루어질 것으로 기대되고 있다.

4. 기상산업 진흥

2009년에 이르러 진흥원 자체 업무역량 향상을 위해 자체 인트라넷을 구축하고, 연구업무 수행을 활성화하여 6개 분야에서 매출액이 4억원에 이르렀으며 기타 공익사업도 2008년보다 활발하여 수행하였다. 기후과학연구기금을 관리하는 연구관리단이 진흥원 병설 기관으로 9월 25일에 4명의 정원으로 설립됨과 함께 진흥업무를 담당하게 될 조직을 정원 3명에서 7명으로 대폭 증원하여 적극적으로 진흥업무를 수행할 수 있는 태세를 갖추었다. 그러나 연말에 이르러 대규모의 기상장비관리업무가 이관될 것으로 예상됨에 따라 인력확보 계획을 다소 축소하여 5명을 2010년에 확보하게 되었다. 그러나 하반기 직제 개정을 통해 산업진흥 분야와 조사평가 분야를 분리하면서 정원을 확충할 예정으로 있다.

2009년에 기상산업 발전을 위해 여러 형태의 포럼과 공청회 등을 추진한 결과로 기상산업진흥법이 결실을 보게 됨에 따라 2010년에는 비록 예산 규모는 매우 작지만 동법에서 규정하고 있는 2011~2015년도 기상산업진흥기본계획 수립을 위한 용역사업을 기상청 지원으로 수행하고 있다. 이는 전 정부부처에서 기상산업에 대한 인식을 고취하고 기상청이 중앙행정부처로서 그 관리를 수행하게 되는 의미있는 사업이다. 앞으로 이 계획을 기본으로 하여 기상산업진흥원의 5개년 기본계획을 공격적으로 수립하고 실천해 나갈 계획으로 있다. 기상청의 예보업무가 선진국 수준으로 올라설 수 있도록 진흥원에서는 기상관측장비와 관련하여 선진국 수준의 장비 및 관측 자료질이 확보되도록 노력해 나갈 것이며 아울러 이를 통해 국내 기상산업시



장도 선진국을 목표로 성장할 수 있도록 노력할 예정으로 있다.

III. 주요 선진국의 기상산업

세계기상기구(WMO)는 회원국들간에 기상 및 그에 관련된 자료를 어떠한 제약없이 무료로 교환하는 것을 원칙으로 하고 있다. 기상 및 그에 관련된 자료를 교환하는 방식은 두 가지로, 첫째는 전세계 예보를 위해 필수적인 자료는 어떠한 제한도 없이 매 6시간마다 교환한다는 것이다. 둘째는 자국 및 국지적인 예보를 위한 추가적인 자료는 매시간 교환된다. 이러한 자료를 사업적인 목적을 위해 재수출하는 것은 제한하고 있다. 다만, 추가적으로 연구 및 교육을 위한 목적으로는 두 가지 종류의 자료를 제한없이 받을 수 있다고 명시하고 있다. 이러한 원칙은 국가간의 기상정보 교환에 관한 것으로 민간기상사업자에게 해당되는 것은 아니다. 민간에 대해서는 각 국가마다 실정에 따라 서로 다른 기준을 설정하여 실행하고 있다.

기상예보가 과학의 비약적인 발전에도 불구하고 예보 정확도가 100%가 될 수 없음은 우리나라와 같이나 기상정보의 경제적인 가치에 대한 인식이 매우 높음에 따라 기상산업에 대한 투자활동과 부가가치 창출 노력이 크다. 기상정보를 얻기 위해 지불하는 비용을 비교할 때 한국은 44원 미국은 19달러로 큰 차이를 보이고 있다. 또한 기상정보의 경제적 가치에 대한 인식에서도 투입 대 편익의 비율이 선진국의 4:1에 크게 못 미치는 0.67:1로 조사되고 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 미분화된 산업구조와 기상사업자의

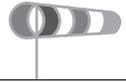
영세성에 의한 부가가치 창출역량의 미흡을 해소하여야 한다. 이를 위해 기상정보서비스의 토대가 되는 기상정보가치분석 자료를 충분하게 제공할 수 있는 기반 제공이 필요하다. 기상정보의 가치분석이 활성화됨으로써 기상산업의 고부가가치화가 달성될 수 있게 된다.

1. 일본의 사례

일본에서는 1950년 재단법인 일본기상협회(JWA, Japan Weather Association)의 활동으로 기상청이 보유한 정보를 특정 수요자에게 제공하는 업무를 시작하였다. 사회에서 요구하는 기상정보가 다양화하고 세밀해짐에 따라 1993년 7월에 기상업무법을 전면 개정하면서 기상청의 자료를 민간에게 제공하는 민간기상업무지원센터로서 비영리법인인 기상업무지원센터(JMBSC, Japan Meteorological Business Support Center)가 설립되었다.

기본적이고 필수적인 기상업무를 기상청이 직접 수행하고 민간부문은 기상정보를 이용해 국가의 부를 창출하는데 기본 목표로 한 민간기상서비스제도를 기상청에서 운영하고 있다. 지리적인 환경과 기후변화로 인해 사회 전반적으로 기상예보의 중요성을 강조하면서 함께 발전하는 민관 협조체계를 구축하고 있다. 그러나 너무 법적으로 규제하고 있어 사업체의 자율성을 극도로 제한하고 있다는 사업체의 불만에 따라 민간과 함께 협의회를 구성하여 업체의 불만을 해소하기 위한 제도를 운영하고 있다.

민간기상사업이 시작된 1950년대에는 전화일기예보 서비스, TV나 라디오에서의 일기예보해설, 신문 등



의 일기예보 제공 등이 주를 이루었다. 태풍 등과 같은 이상기상 시에는 기상청의 예보관이 기상해설을 하였으나 평상시는 전문 기상해설자가 일기해설을 실시하여 기상캐스터로서 지위를 확립하고 있었다. 또한 기상청 관측자료의 수집통계 등 보조업무를 실시하는데 있어 지방자치단체용 기상리포트 작성, 소방서 등으로의 기상측기 판매, 서적 출판 등 민간기상사업 업무도 서서히 나타나기 시작하였다. 1960년대에는 철도 운행, 도로 관리, 전력 수요예측 등 특정분야용 일기예보 및 예보컨설팅 비즈니스가 새롭게 전개되었으며, 수자원개발, 발전소, 항만시설 등 대규모 개발에 동반된 환경평가 등 설계 계획을 위한 기상조사의 수요가 높아져 많은 컨설팅회사가 설립되고 관련 비즈니스가 시작되었다.

1970년대에는 공해문제 등으로 대형시설 건설 전 환경평가에 대한 요구가 높아지면서 입지환경평가가 급증하고, 이러한 경향은 1980년대 후반까지 이어져 리조트 시설이나 쓰레기 소각장 등에 관한 환경평가조사 등도 이루어졌다. 또한 기상정보가 더욱 많은 산업 분야에 다양하게 제공, 활용되면서 예측정보의 제공이 기상정보 사업의 주 업무로 자리하게 되었다.

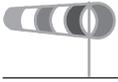
1980년 후반부터 급성장한 기상비즈니스를 바탕으로 1993년에 일기예보의 자유화가 이루어졌으며, 이에 함께 포인트예보 등의 새로운 기상정보의 제공, 기상예보사에 의한 일기예보의 일반화, 기상비즈니스에 대한 관심도 급상승 하였다. 또한 2000년 전후에는 인터넷 인프라와 기술의 급속한 발전으로 기상정보의 온라인 서비스가 고전적인 일기예보 비즈니스 영역을 잠

식해 나갔다. 이는 단순한 기상정보 서비스가 아니라 하드웨어, 소프트웨어, 컨설팅을 포함한 서비스로 정보산업적인 요소를 가지면서 종전의 환경조사 비즈니스를 웃도는 규모로 성장하였다.

그러나 일기예보의 자유화에 의해 기상비즈니스 붐이 생겨났지만 오히려 신규 참가업체의 증가, 격렬한 가격 경쟁, 일본 경제성장률의 둔화 등의 요인으로 1990년대 후반부터는 사실상 기상비즈니스가 긴 조정기간에 들어갔다고 할 수 있다. 또한 최근에는 “Tax Player에 대하여 기상정보를 환원한다”는 관공서의 정보공개 흐름과 맞물려 민간 기상비즈니스의 확대보다 기상비즈니스의 관으로의 회귀 경향도 일부에서 나타나고 있어 우려가 되기도 한다.

현재 일본의 총 매출액은 293억엔(07년 기준) 정도로 민간기상사업 규모가 1997년에 정점(321억엔)을 기록한 이래 현상유지 또는 약간 감소하는 경향이며, 기상청 예산도 2000년에 647억엔을 기록한 이후는 인원 삭감 등의 원인으로 점차 줄어드는 경향이라고 한다.

일본에서의 기상 등 예보업무허가 사업자는 108개이며(2009.1.1 기준), 이 중 61개 사업자는 기상/파랑 예보업무 허가, 51개 사업자는 지진예보업무 허가를 받고 있다(4개사업자 중복). 또한 연 2회 개최되는 기상예보사 시험의 합격률이 약 6%로 좁은 관문임에도 불구하고, 이 시험을 통과하여 기상예보사로 등록하는 예보사의 수는 해마다 약 400명씩 증가하여 최근에는 6,841명(2009.1.1 기준)에 이른다.



2. 미국의 사례

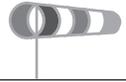
미국의 기상정보 전달체계에 관한 민·관 역할 분담은 1993년에 작성된 미국기상청(NWS, National Weather Service)과 민간 부분의 역할에 관한 정책과 지침인 NWS 운용매뉴얼에서 언급하고 있다. 민간 역할분담에 대한 관계정립은 ‘NWS와 민간기상산업-공공·민간 파트너십’이라는 기준서에서 찾을 수 있으며 과거 50년간 일반 국민은 물론 정부기관, 산업분야에서 파트너십을 보다 강화시킴으로써 기상서비스를 향상 시키는데 기준서의 목적이 있다. NWS는 고유 업무에 속해 있지 않은 모든 분야에서 민간기상사업자의 활동을 보장하고 법률이 정하는 경우를 제외하고는 민간기상사업자가 제공중이거나 제공 가능한 경우 민간기상사업자와 경쟁하지 않는다. 기상청에서 제공받은 기초 자료와 정보 및 공통적인 수문기상정보에 기반하여 기상 및 수자원분야에 이용하기 쉬운 형

식으로 상세하고 적합하게 재가공함으로써 특별히 요구하는 개개인에 대한 서비스를 제공한다.

최근 미국의 기상산업에 대한 조사에 따르면 기상산업의 규모는 전체적으로 16억 5천~18억 달러('06년 기준)에 이르며, 향후 5년에 걸쳐 총 매출액이 20억~28억 달러에 달할 것으로 예상되는 등 매년 10~25% 또는 그 이상의 성장률을 보일 것으로 예상되고 있다. 현재 미국 기상청에 등록된 기상 사업자수는 약 288개로 비 등록 사업자를 포함하여 약 300~350개의 회사가 활동하고 있다. 대표적인 기상사업자로는 Weather Channel/weather.com, AccuWeather, WeatherBug, WDT 등이 있으며, 기상기업 중 상당수는 매우 적은 규모로 운영되고 있어 5인 이하의 직원을 가진 기업들이 50~70% 정도인 것으로 추정된다.

[표 2] 미국의 민간기상 사업 분야

민간기상 사업 분야
1. 기상 기기 원격 탐사
2. 일기예보 서비스
3. 주로 소비자에게 인터넷과 모바일 기기를 이용하여 기상 데이터/그래픽/정보를 제공하는 제공자
4. 산업기업 내의 기상전문 직원
5. 기상 컨설팅 서비스 및 기상과 기후 연구/조사
6. 법의학 기상학
7. 전문 기업 (예, 기상조절, 번개감지기, 수직축풍장비, 생명기상학 등)
8. 환경 컨설팅 및 엔지니어링 대기질 감시
9. 기상시스템 개발자, 제공자, 통합자
10. 미디어 기상학 (지역 TV 기상학자 포함)
11. 기상 위험관리
12. 기상교육



전체 기상산업의 매출액(연간 18억 달러)에 대해 다양한 기상서비스로부터 창출된 매출액의 상대적인 규모(%)를 살펴보면 주로 TV, 인터넷, 모바일 사용자들에게 제공되는 날씨 그래픽과 콘텐츠 분야(25%)가 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, TV 방송국에 레이더 및 위성 수신 및 표출 시스템을 제공하거나 예보 및 그와 관련된 기상정보를 제공하는 TV 분야(19%)가 그 뒤를 따르고 있다(표 2). 법의학 기상 분야(15%)는 자동차사고, 우박 등 기상과 연관된 원인에 의해 사고가 발생한 경우 재산 피해 등 과거의 날씨 이벤트를 분석하는 서비스를 제공하는 것으로 보험 산업과 법률 전문직이 주요 고객이다. 예보서비스 분야(13%)는 기상정보를 필요로 하는 사업체와 지자체에 민간예보자에 의해 생산된 예보를 서비스하는 것을 의미하며 주 고객으로는 에너지 회사, 항공 및 육로 운송, 위기관리 당국, 농업 관계자 등이 있다.

미국의 기상산업 종사자는 총 2,280명(07년 기준)으로 기상학을 연구하고 있는 학자를 포함하면 약 5,500명 정도가 활동하고 있다. 이 중에서 2,600명 이상은 지역 TV 기상학자이거나 기상기업 또는 기상학자를 필요로 하는 기업에서 일하고 있다. 이들 기상사업자의 활동분야를 살펴보면 컨설팅 서비스가 80%로 가장 높았으며 기상분석, 기상예보, 법기상학 순으로 조사되었다. 이러한 결과는 우리나라의 기상사업 활동 분야와 상당한 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다.

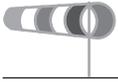
3. 그 외 선진국 사례

영국은 기상정보시장을 활성화하기 위한 어떠한 지원

책도 가지고 있지 않으나 소규모 신규회사의 성장을 돕고, 기존의 대규모 회사의 과도한 시장지배력을 약화시키기 위한 규제정책으로 경쟁제한에 관한 법률을 운영하고 있다. 영국 기상청에서 민간과 경쟁을 하는 부서는 민간기업과 동일한 형태로 운영되므로 기상청에서 100% 지분을 가지는 회사로 인식하면 된다.

호주 기상청은 민·관 역할분담의 2대 원칙으로 공공재 영역이면 국가에서 담당하고, 업무규모 및 범위의 경제적 고려를 조정하고 이에 따르고 있다. 국회 등에서 기상정보의 상업화 정책시행을 요구하고 국가가 지방정부나 민간회사와 유료서비스 특약을 맺는 사례가 나타남에 따라 되어 정부 차원으로 이를 해결하기 위한 방편으로 기상청에 사업화 부서(SSU, Special Service Unit)를 설립하여 운영하고 있다. 기본적인 기상업무는 국가에서 수행하고 새로운 기상수요는 SSU에서 수행하고 있다.

캐나다의 기상산업은 매년 평균 약 5천5백만~6천5백만 달러의 매출을 기록하고 있다. 그동안은 미국의 기상사업자와 경쟁을 해야 하는 환경 하에서 다소 느린 성장을 보이며 영세한 업체들이 존재했으나 앞으로 민간 분야의 기상 수요를 고려해 볼 때 2010년까지 3,195개의 일자리 창출이 이루어지고 있으며, 이 중 2,000여개는 새롭게 창출될 것으로 예상하고 있다. 캐나다 전역에 걸쳐 1,090개 기관에서 기상 관련자를 고용하고 있는데 이들의 약 94%가 민간 분야에서 관측, 예보, 대기과정 해석 등 다양한 업무로 종사하고 있다. 캐나다의 기상사업자는 총 54개이며, 민간기관의 56%가 우리나라와 같이 10인 이하의 소규모 조직이 대부분임을 알 수 있다.



IV. 국가기후자료센터가 기상산업에 미치는 영향

1. 자료교환체계의 변화와 자료센터 역할

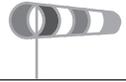
WMO 지구기상관측 프로그램의 세계기상자료교환망은 GTS에서 차기 정보시스템인 FWIS(Future WMO Information System)로 전환될 것이다. 이에 세계적으로 산재해 있는 29개소의 GTS망 중 지역 기상통신망의 중심인 지역통신센터(RTH)가 세계적으로 4~10개소로 예상되는 GISC(Global Information System Center)로 재편되고, 그 하위에 DCPC(Data Collection and Product Center)와 NC(National Center)가 엮어지는 새로운 기상정보교환 체계를 통해 전세계 자료가 수집될 것이다.

국가기후자료센터의 자료 수집업무는 주로 기상청으로부터 자료를 수집할 뿐만 아니라 인터넷을 통해 국외 기상자료 및 유관기관에서 표준화되고 품질 보증된 양질의 기상자료를 수집한다. 이를 위한 핵심적인 요소로는 자료수집망별 수집체계 표준화, 표준화된 자료수집 연계, 수집자료 모니터링 체계 수립, 그리고 수집 자료에 대한 표준화로 정리할 수 있다. 이 때 고려하여야 할 사항은 향후 수집이 예상되는 자료에 대한 수집망 확장을 고려하여야 하며, 수집 기상자료에 대한 모니터링과 수집내역의 공유로 중복 수집을 방지하여야 한다. 이렇게 함으로써 품질 보증된 양질의 기상자료를 확보할 수 있다.

국가기후자료센터의 자료관리 업무는 수집된 기상자료에 대한 단계별 품질관리를 수행하고, 모든 수집 자

료에 대한 저장, 보관, 백업을 하며, 오프라인 매체 자료를 관리한다. 이를 위한 핵심요소로는 표준화된 자료처리 프로세스, 자료별 단계적인 품질관리, 자료 특성별 정책적인 저장방식, 저장소 차별화-디스크 저장, 아카이빙 저장, 백업매체 보관, 그리고 실자료와 그에 대한 메타데이터 연계 저장으로 정리할 수 있다. 여기서 고려해야 할 사항으로는 자료에 대한 메타데이터를 생성, 관리하여 자료에 대한 관리 및 검색편의를 도모하여야 한다. WMO 메타데이터 처리기술을 참고하고, 자료 저장시 자료별 활용방식을 고려해야 한다. 또 지방 기상청내 부문별 자료센터와의 연계를 고려해야 하고, 기후자료관리 프로세스 및 활용에 대한 고려도 잊지 말아야 한다. 이렇게 함으로써 체계적인 기상자료관리시스템 구축과 함께 기상정보자료 활용도도 제고하게 될 것이다.

국가기후자료센터의 자료제공 업무는 기상자료 수요자를 고려한 다양한 채널을 이용할 수 있어야 한다. 예를 들어, 실시간 자료의 전송과 웹방식의 자료제공을 꼽을 수 있다. 또한 기상자료에 대한 활용법을 상시 제공하는 것도 중요한 업무 중에 하나일 것이다. 이를 위해서는 보유 자료에 대한 카탈로그를 공개하고, 보유 기상자료에 대한 시스템적 검색 지원을 아끼지 말아야 한다. 또한 자료제공 채널의 다양화를 추진해야 하며, 자료공개 레벨에 따른 자료접근, 제공방식에 차별을 두어야 한다. 단지 기상자료 제공이라는 소극적인 역할에서 보다 더 능동적인 역할로의 전환도 필요하므로 기상자료의 활용도를 제고하고 고객 관리를 하여야 한다. 아울러 기상시장의 변화에 맞는 유연한 제공정책의 적용을 핵심요소로 꼽을 수 있을 것이다.



2. 국가기후자료센터 활용에 따른 기상산업 활성화

기상정보제공 인프라의 구축은 기상정보와 각 산업분야의 기초정보를 연계한 산업기상정보생산의 근간이 되는 유관기관간 정보를 공유함으로써 기상재해 저감과 기상산업진흥에 있어 고품격 기상서비스 구현을 가능하게 한다. 현재 기상산업진흥법의 시행으로 민간의 예보시장이 열리게 되면서 예보적중률 향상과 기상산업 시장의 확대라는 긍정적인 측면이 기대되지만, 민간기상사업자의 예보 진출에 대한 사회적 혼란, 영세업체의 도태와 일부업체의 독점 가능성 등에 대한 우려도 동시에 나타나고 있다. 이러한 사고의 출발은 국내 기상산업의 영세성과 기상사업자의 보유 역량 문제 등에서 시작되었다고 볼 수 있다.

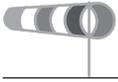
그동안 국내 기상산업의 성장이 지연되었던 것은 기상정보의 경제 가치에 대한 사회 전반의 낮은 인식, 기상정보의 정확도에 대한 낮은 신뢰도, 유료 기상정보 사용에 대한 거부감 등 여러 가지 요인을 들 수 있겠지만 이상에서 살펴본 바와 같이 기상사업자의 영세성으로 인해 고품질의 기상서비스 창출 역량이 부족했던 것도 하나의 원인이라 할 수 있겠다. 기상산업도 다른 산업과 마찬가지로 각 사업자가 어느 정도의 자본력과 기술력을 갖추고 해당 산업분야에서 필요로 하는 고급 기상정보의 개발을 통하여 끊임없이 새로운 서비스를 창출할 수 있어야 발전 할 수 있다.

기상청은 기상사업자의 경쟁력 제고를 위해 다양한 기상산업 육성 프로그램을 개발하고, 실질적으로 도움이 될 수 있는 기상산업 지원 예산을 확보하여 사업자들에게 기술개발 자금을 지원할 수 있어야 한다. 또한

기상청에서 활용하고 있는 다양한 예보기술의 이전 및 예보 톨의 공유, 선진기술 동향 지원을 통해 사업자의 기술력을 향상시켜 나갈 수 있도록 해야 한다. 특히 영세한 소규모 기상사업자의 인적·물적 인프라 확보를 위해서는 예보시설 지원, 예보기초 자료의 배포 및 교육, 기술개발 지원 강화 등 기상산업진흥원을 통한 구체적이며 적극적인 지원책의 수립이 필요할 것이다.

국내외로 표준화된 국가기후자료 수집체계를 통해 수집된 표준화 자료는 다양한 제공 채널을 통해 민간기상사업자를 비롯한 유관기관에 양질의 자료를 쉽게 구할 수 있게 하고, 나아가서 수요자별 맞춤형 기상정보를 제공할 수 있게 될 것이다. 이로써 미래의 기상정보 제공 인프라를 통해 유관기관, 지원기관, 학계를 활용한 산업기상서비스의 전문화를 추구할 수 있을 것이다. 기상청도 기상정보제공 인프라를 통해 지자체 지역특성을 반영한 산업기상정보서비스와 지방별 특성화 서비스 제공기반을 구축할 수 있을 것이다. 기상정보제공 인프라를 통해 민간예보사업체도의 활성화를 기할 수 있는 기회가 되며, 민·관 역할 분담에 의한 산업기상정보 서비스의 다양화를 추진할 수 있다.

국가기후자료센터라는 기상정보제공 인프라는 범국가적인 차원에서 국가기상기구인 기상청의 주관 하에 중장기별로 단계적인 추진전략과 장기적인 안목을 바탕으로 구축되어야 한다. 기상정보제공 인프라는 양방향 또는 다중교환방식의 국가산업기상정보지원체제로 구성되어야 하며, 다양한 산업기상정보서비스 개발 능력 제고를 위한 선진기술 및 정보를 지속적으로 지원할 수 있어야 한다. 민간기상사업체와 유관기관은 이를 토대로 각 전문 부처별로 독자 기술개발능



력을 우선 배양한 후 점진적으로 부처별 자체경상예산에 반영하여 지속적인 기술개발 및 서비스 제공기술을 개발하여야 한다. 이러한 점을 고려할 경우 적어도 5개년 이상의 중기 사업계획을 수립하여 연차 별로 추진하는 것이 매우 적절한 것으로 판단된다. 또 기상정보전달 인프라의 구상은 전문적·실용적 설계를 통하여 산출하고, 관련 부서와 충분한 연구협력 및 자료 교환을 통하여 도출된 연구결과를 기상정보전달 인프라 구축시 그대로 반영하여 즉시 활용 가능케 하여야 한다.

기상정보의 국가자원화를 통한 기상산업서비스의 적시성, 즉흥성 및 현장 적용성 제고는 기상산업의 경제적 부가가치 창출로 국가경제 발전에 기여할 수 있을 것이다. 지식정보화시대를 대비해 수요부응형 산업기상정보를 개발하고 차세대 인터넷 기술을 활용한 서비스제공 기술을 개발함으로써 생활보건기상의 다양화,

전문화를 통한 선진기상정보 활용으로 국민의 일상생활과 밀접한 관련이 있는 도시기상, 생물계절기상, 보건기상 등에 관한 폭 넓은 서비스 제공으로 국민의 건전한 레저 향유 기회 확대 및 건강 생활환경 조성으로 국민 삶의 질 향상에 기여할 수 있을 것이다.

참고 문헌

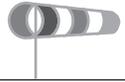
김동남·양현모·김태규(2009). 「기상정보 산업응용기술개발 추진과제 기획연구」, (주)기술과 가치.

윤석환·장익순·장명도(2009). 「예보분야의 민간역할 강화방안 마련을 위한 기획연구」, 한국기상산업진흥원.

진용옥·양상열·구재일(2005). 「기상정보 이용 활성화 연구」, 정보통신시스템연구조합.

오재호·김준모·정예모·정예모(2004). 「기상산업 육성을 위한 정책연구」, 한국기상학회.

김준모·권용수·함종석(2002). 「민·관역할분담을 통한 기상서비스 활성화 방안 연구」, 한국행정연구원.



국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담

나 성 준

(주)비온시스템 이사

nasj@beeon.com

I. 들어가는 말

지난 4월 7일 공군회관에서는 기상청에서 주최하는 “기후정보와 기상산업 활성화”워크숍이 있었다. 기후자료센터 설립에 대한 대략적인 내용만 듣고 있었을 뿐 실질적으로 어떤 정보를 구축해서 어떤 방식으로 자료를 제공하는지 자세한 정보는 알지 못하고 있었기에 본 세미나는 관심이 많이 갔다.

민간기상 사업을 하는 입장에서 개인적으로 가지는 관심 속에는 흥미보다는 걱정이 더 앞서는 것이 사실일 것이다. 동네예보가 활성화되면서 민간기상사업의 중심이라고 할 수 있는 예보업에 대한 영업은 계속 고전을 면치 못하고 있기 때문이다. 따라서 금번에 국가 기후자료센터의 설립의 취지와 목적, 그 활용방법에 대해서 강구하지 못한다면 또 한번의 위기가 찾아오지

않을까 하는 생각이 든다. 따라서 본 원고에서는 기상사업자 입장에서 기상청과 민간기상사업자가 상호 발전하기 위하여 국가 기후자료 센터 설립에 관한 몇가지 제언을 하고자 한다.

II. 기상사업자의 현 위치

기후자료센터 설립과 민간의 역할을 언급하기에 앞서 우선 민간기상사업과 사업을 직접하고 있는 기상사업자의 현황을 인지하는 것은 매우 중요하다. 지금까지 기상산업과 관련해서는 많은 자료들이나 발표, 보고서 등이 있기 때문에 상세한 설명은 제하고, 금번 주제와 관련된 몇 가지만 언급하면서 외부에서 바라보는 것이 아니라 기상사업을 하는 내부에서 기상사업자의 현 위치를 다시 되돌아보도록 하겠다.

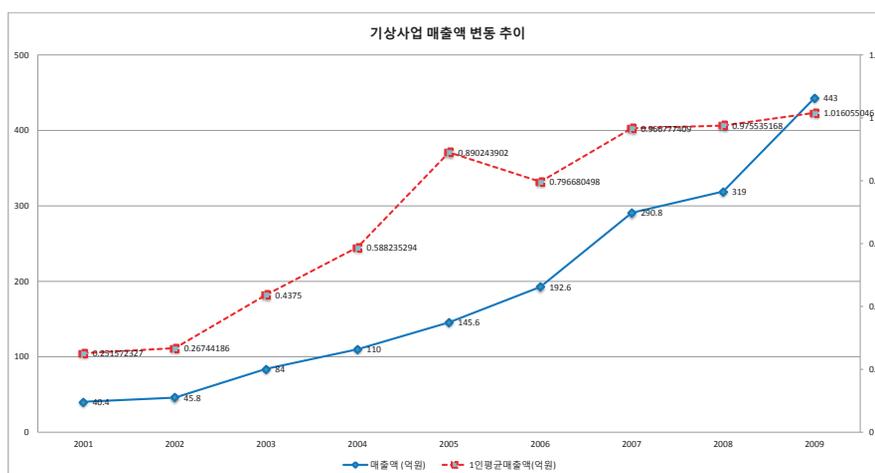


[표 1] 기상사업자 등록 현황 및 매출액(기상산업진흥원 제공)

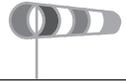
년도	매출액(억원)	종사자수(명)	사업자수(개)
2001	40	159	9
2002	46	172	9
2003	84	192	11
2004	110	187	11
2005	146	164	11
2006	192	241	14
2007	291	301	14
2008	319	327	15
2009	443	436	17

[표 1]과 같이 2009년까지 민간기상사업체는 총 17개 업체가 등록하였고, 이에 따른 매출도 443억원으로 매년 꾸준히 증가하고 있다. 매출이 비교적 큰 폭으로 꾸준히 증가하고 있는 것으로 보이지만, 이는 업체수가 증가하고 해당 산업에 종사하는 인원이 늘어남에 따라 자연스럽게 매출이 증가 부분이 많으며, 실제

1인당 매출액을 본다면 최근 몇 년간의 증가세는 크게 둔화되었다[그림 1]. 뿐만 아니라 기상장비사업의 비중이 높아 이에 따른 장비원가와, 매년 경제성장률을 감안해야 하며, 저자의 회사와 같이 기상사업 이외의 사업 분야를 동시에 경영하는 회사도 있기 때문에 이러한 여러 가지 변수를 고려한다면 기상사업 시장의



[그림 1] 기상사업 매출액 변동 추이



생산성은 실제 수치보다 더 낮을 것으로 판단된다.

이렇게 회사의 재정적인 안정성이 낮다보니 기상사업자들은 아직 새로운 사업분야에 대한 과감한 투자를 못하고 있고, 이에 따른 기술력 확보가 늦어지면서 경쟁력이 낮아지는 악순환이 우려되는 것이 사실이다.

기상사업자들은 열악한 상황 속에서 내부 기술력 확보가 늦어지지만, 기상청은 국가예산을 통해 꾸준히 기상예보 정확도를 높이기 위한 연구 활동 뿐 아니라 대국민서비스 강화 측면에서 기상정보의 제공 방법도 다양화하고 있다. 이렇게 기상청에서는 예보의 정확도 뿐 아니라 정밀도를 높이고, 예보 제공 분야도 레저, 해양, 산업 전반으로 확대하는 활동들이 매우 빠른 속도로 진행되고 있다.

기상사업자들은 이러한 현실과 직접적으로 부딪치고 있기 때문에 각자가 할 수 있는 최대한의 노력으로 사업 방향을 결정하고 관련 서비스 개발에 주력하고 있으며, 이러한 노력이 헛되지 않기 위해서는 기상청의 예보 및 서비스 방향이 향후 어떻게 될 것인가에 따라 사업 방향을 선택하고 정책을 결정하는 것이 매우 중요하다.

또한 현재 정보기반의 기상사업을 주력으로 한다는 민간 기상사업자의 모습을 보면, 기상청의 서비스와 많은 부분은 경쟁해야 되는 상황에 놓여 있으면서도 기상청에서 제공되는 정보에 절대적으로 의존할 뿐만 아니라 독자적인 예보나 서비스 기술력은 부족한 부분이 많다. 이렇다 보니 기상청의 향후 정책이나 서비스에 따라 사업의 기조가 크게 흔들리는 매우 아슬아슬한

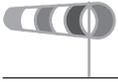
구조를 가지고 있다.

지난 몇 년간 기상정보를 기반으로 하는 기상사업자들에게 큰 영향을 미치는 기상청 정책의 흐름을 요약해 보면 개방과 서비스 다양화로 볼 수도 있다. 많은 기상 데이터들이 새롭게 연구 개발되어 일반에게 제공되고 있으며, 그 서비스의 제공 방법도 웹 뿐 아니라 휴대폰, 위젯, 스마트폰까지 다양화되고 있다.

기상청과 민간사업자 간의 예보 개방과 서비스 확대에 대해서 수 없이 많이 논쟁이 되었던 부분이라 별도로 언급하지는 않겠지만, 결론적으로는 국가기관에서 대국민 서비스를 목적으로 하는 정책을 민간에서 바꾸기는 거의 힘들 것이다. 따라서 민간기상사업체로서는 많은 불만을 가질 수 있겠지만 기상청의 정책이 결정되면 민간 기상사업체에서는 각자가 가진 '핵심사업(core business)'을 빠른 속도를 변경할 수 있는 체계를 갖추어야 하며, 때로는 이러한 사업을 과감히 버리더라도 회사가 정상적으로 운영될 수 있는 기반을 마련해야 할 것이다. 하지만 대부분 열악한 기반을 가진 기상사업체에서 이러한 여건이 되지 않는다는 것이 가장 큰 리스크 중 하나이다.

하지만 기상청의 예보나 서비스 확대가 항상 리스크로 자리 잡지는 않을 것이다. 이를 어떻게 대처하고 극복해야 하는가에 따라 새로운 기회가 생길 수도 있는 양면성을 가지고 있다. 최근의 예를 들어 본다면 동네예보의 시행이 될 것이다.

동네예보의 시행으로 사업의 영역이 확대될 수 있다는 기상청의 견해도 많았고, 실제 표면상으로는 이러한



것이 긍정적으로 나타나는 부분도 있다. 우선은 기상 정보를 요구하는 일반 산업체나 수요자의 동네예보에 대한 요구가 증가하고 있으며(실질적으로는 정보의 단가는 떨어지고 수요처는 늘어나고 있다), 스마트폰 등 다양한 IT 기술을 접목한 서비스가 새로운 사업 매출을 창출하고 있다. 2009년 12월 기상산업진흥법 제정 공표가 되면서 기상사업자 등록기준이 완화되고 다양한 기술을 가진 업체가 기상사업자로 신청하고 있다. 특히 IT 기반의 기술을 가진 업체의 진출이 긍정적으로 다가오고 있다.

하지만 이러한 긍정적 요소 뒤에 숨겨진 불안요소 중 IT 기반의 기술을 가진 업체의 전문성이 고려할 필요가 있다. 근본적으로 이 업체가 가진 기반이 '기상'인가, 'IT'인가를 살펴볼 필요가 있는데 해당 회사가 기상을 기반으로 새로운 IT 기술을 지속적으로 개발하고 접목한다면 매우 긍정적이지만, 순수하게 IT 기반을 가진 회사라면 빠른 시대의 흐름에 따라 잠시 들어왔다가 때가 되면 다시 빠져나갈 가능성이 높을 것이다. 또한 IT 기반의 회사는 우리나라에 무궁무진하게 많기 때문에 돈이 되는 아이템들은 경쟁적으로 개발될 것이며, 유행이 지나고 보편화 되면서 해당 아이템들은 어느 시기에 급속히 사라질 가능성도 많다. 기상청 기상데이터를 단순 가공하여 전달하는 기술은 IT 업체라면 누구라도 할 수 있는 기술이기 때문에 실질적으로 기상사업이라고 보기에는 어려운 점이 많다. 그리고 기상데이터의 전면 개방도 심심찮게 거론되고 있고, 해외의 기상데이터도 계속해서 밀려들 것이기 때문에 이러한 시기가 도래한 후의 기상데이터의 전달 기술은 지금처럼 별도의 등록이 없이도 수행할 수 있을 것이며, 결국 해당 부분의 기술은 기상사

업으로 분류하는 것이 어려운 시기도 도래하지 않을까 생각된다.

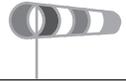
이상과 같이 긍정적 측면과 함께 문제점을 고려해 볼 때, 현재 기상산업의 양적인 성장은 향후 기상 분야의 전문적인 질적 성장과 병행되어야 할 것이다. 기상예보와 컨설팅, 장비 등 기상 전문기술과 지식, 인력이 부합된 산업의 가치가 높아지고 이러한 부분이 핵심 사업으로 경쟁력을 갖출 수 있는 기상사업체가 늘어나야 한다. 물론 인력과 자본이 열악한 현 사업체들의 상황에서는 이러한 도전은 쉽지 않을 것이지만, 기상분야를 주력 사업으로 하고자 한다면 뚜렷한 목표와 전문성을 가지고 이러한 상황을 극복해야 될 것이다.

이제는 이러한 기업의 체질이나 서비스 체계를 변경해야 될 때가 되었고, 우리 회사를 비롯한 정보서비스를 기반으로 하는 기상사업자들도 이러한 부분에 스스로가 변화를 위해 노력해야 된다.

III. 국가 기후자료센터 설립은 기회인가, 위기인가?

기상사업자의 현 상황을 개인적인 입장에서 바라보았다. 그러면 앞으로 설립될 국가기후자료 센터의 설립으로 기상산업을 성장시키기 위해서 민간에서는 어떻게 받아들이고 대처할 것인가 다시 고민해야 될 때다.

'기후정보와 기상산업 활성화' 세미나의 주요 주제인 국가 기후자료센터의 설립에 대해서 Ken Crawford 단장과 기상자원과장의 발표를 통해 그 필요성을 다시



인식하게 되었다. 거시적으로 바라볼 때 기후자료센터의 설립은 우리나라 기상 선진화, 다양한 수요층의 요구, 세계적인 추세를 고려할 때 필요하며 오히려 늦은 감도 있다는 생각도 든다.

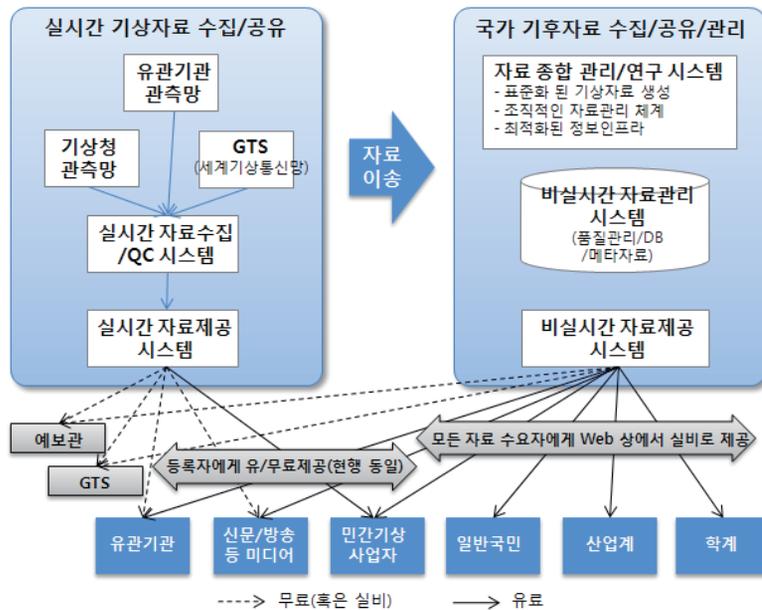
그러면 국가기후자료센터 설립이 되었을 경우 저자의 회사를 비롯하여 민간 기상사업자의 사업 전망이나 역할은 어떻게 될 것인가?

이를 전망하기에 앞서 기후자료센터 서비스에 관한 기본 개념정립이 필요하다. 우선 기상청의 자료 제공에 관한 기본 흐름은 [그림 2]와 같다. 국가기후자료센터 설립 이후 기상청, 유관기관 등에서 수집된 모든 기상

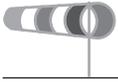
자료는 품질관리를 거쳐 국가기후자료센터로 이전되며 센터에서 모든 자료를 비실시간 자료 형태로 제공하는 체제가 된다. 기존의 실시간 자료는 기상청 시스템을 통해서 동일한 방법(또는 향후 바뀌는 정책에 따른 방법)으로 제공될 것이고 비실시간 기후자료는 필요로 하는 모든 수요자에게 Web 상에서 실비로 제공하는 것으로 되어 있다.

이러한 서비스 흐름이나 정책에 관한 기본적인 개념을 바탕으로 기후자료센터 설립에 따른 기상사업의 전망을 살펴보면, 우선 개인적인 견해라는 것을 전제로 하여 그 긍정적 측면과 부정적 측면을 살펴보겠다.

기상/기후자료 서비스 흐름도(센터 이후)



[그림 2] 기상청에서 제공하는 기후자료 서비스 흐름도



1. 긍정적 측면

첫 번째로 [그림 2]의 국가기후자료센터에서 제공하고 자 하는 자료를 이용한 매출이 사업체마다 틀리겠지만, 현재까지는 극히 일부분이거나 거의 전무하다는 것이다. 따라서 현재 사업에 대한 영향은 일부 회사에 부분적으로 영향을 줄 가능성은 있지만 국내 기상산업계 전체로는 그 영향이 아직 미미할 것으로 추측된다. 물론 기후자료나 기후자료를 응용한 사업을 향후 확대하고자 계획했다면 차질이 있을 수 있겠지만 현 시점을 고려한다면 그 영향이 적은 바, 센터의 운용에 따른 우리의 새로운 역할을 찾는다면 부정적 측면보다는 긍정적 측면이 우세해 질 수도 있을 것이다.

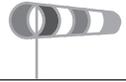
두 번째는 기후자료센터 설립으로 방대한 양질의 기후자료가 제공될 것인데, 앞에서 잠시 언급된 바와 같이 우리의 새로운 역할을 찾고 그 역할을 수행할 수 있는 기술력을 준비한다면 새로운 기상산업 분야를 창출할 수 있을 것으로 기대된다. 기후자료를 최종 수요자가 원하는 형태로 재가공하거나 전문 컨설팅을 거친 분석결과의 제공 등이 그 한 예일 것이다. 최근 저자의 회사는 과거 2년치의 해양기상모델 원시자료를 그대로 제공하는 것이 아니라 수요자가 요구하는 데이터 정밀도에 맞게 기상학적으로 다시 내삽해서 제공하는 계약을 국내 한 연구소와 맺었다. 단순 IT기술을 이용한 데이터 표출 부분도 응용 사례가 되겠지만 이것은 IT업체라면 누구나 할 수 있는 부분이기 때문에 이 보다는 기상전문기술을 활용한 분석 및 컨설팅 부분에 주력하는 것이 중요하다. 기후자료를 이용하여 수요자의 최종 요구사항에 부응할 수 있도록 더 세밀화된 분석결과를 도출할 수 있는 부분이나, 기상환경영

향평가나 기후자료와 결합된 예측시스템 개발 부분도 향후 고려해 볼 만하다. 저자의 회사도 아직 기술력이 많이 부족한 상황이지만 현재 다른 민간기상사업자들의 기술력을 고려한다면 이러한 역할을 수행하기에는 보다 더 많은 노력과 투자가 필요할 것으로 보인다. 지식과 정보 기반의 기상전문회사로 발돋움하기 위해서는 이러한 스스로의 자구책을 강구할 필요성이 있다.

2. 부정적 측면

첫 번째는 앞에서 긍정적 측면에서 언급한 부분과 중복이 되지만 현재 해당분야의 매출이 크지 않더라도 기후변화에 따른 문제가 증가함에 따라 기후자료와 관련된 사업의 성장은 기대할 수 있는 상황 속에서 기후자료센터 설립 이후 기본적인 자료제공과 관련된 서비스나 수요는 대부분 센터로 넘어갈 것이 명확하기 때문에 민간기상사업자들은 이 부분에 대한 기대나 기회는 거의 없어질 것이다. 물론 기상산업 전체를 본다면 센터 설립으로 가져오는 매출 부분이 증가할 것이기 때문에 관련 담당자들은 긍정적으로 평가할 수 있겠지만, 기존 회사들의 입장에서는 탐탁하게 받아들일 수 없는 부분이 존재한다.

두 번째는 기상청이 기상산업의 분야를 확대하기 위해 향후 기상감정사 제도를 두어 기상감정업의 활성화를 도모하고 있는 부분이다. 기상 감정의 가장 기본적인 사항은 감정과 관련하여 검증된 기후자료의 제공이다. 이것으로도 부족할 경우 기후자료를 이용하여 전문가의 보다 세밀한 감정결과를 요구하겠지만, 감정의 많은 부분은 공식화된 데이터를 요구하는 선에서 그칠 것이다. 따라서 분야에 대한 사업 수요도 대부분 기후



자료센터나 민원서비스에서 검증된 기후자료 얻는 선에서 그칠 것이기 때문에 민간분야에서 사업에 대한 기대치도 줄어들 것으로 예상된다.

세 번째로 중요한 사항은 아직까지 불명확한 기상청의 정책이다. 기후자료센터의 설립은 거의 명확한 현실이지만, 구체적으로 어떤 자료를 어떠한 방법으로 누구에게 얼마의 가격으로 자료를 제공할 것인가에 대한 명확한 정책이 서지 않았다는 것이 이를 대처하고 대비하는 민간 기상사업자들에게는 가장 큰 위협이 되고 있다. 갑자기 몇 개월 만에 정책이 정해지고 사업이 착수되어 서비스가 제공된다면(사업이 착수된 이후에도 정책은 계속해서 변경될 위험도 있다), 기후자료센터를 바라보는 대외적 측면에서는 순조로운 진행으로 간주할 수 있다 하더라도 이를 대비하는 기존 업체들 입장에서는 시간과 인력의 손실이 불가피하다. 자료 서비스 개시 시기에 회사의 사정이 어렵거나 다른 프로젝트의 수행으로 대응을 할 수 없는 상태라면 더욱 더 그러할 것이다.

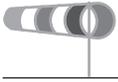
IV. 국가기후자료센터 설립과 관련하여 기상청에 바라는 점

저자의 개인적인 견해로 긍정적 측면과 위기적 측면을 나열해 보았지만 현실적으로는 위기적 측면을 더욱 체감하는 것이 사실이다. 현 상황에서 가만히 있으면 위기가 될 것이고, 변화를 위한 노력이나 투자를 해야지만 긍정인 부분이 되기 때문에 기존 사업자들이 현재 체감적으로 느끼는 불안감은 당연한 것이다.

따라서 지금 느끼는 위기를 긍정적인 부분으로 바꾸려고 하면 앞에서 지속적으로 언급한 것과 같이 최우선적으로는 민간에서 자체적인 노력이 필요하다. 하지만, 많은 기업들의 열악한 현재 상황을 고려한다면 기상청도 부분적으로 공동의 노력이 필요하다고 생각한다.

우선 첫 번째로 기상청에서는 기후자료센터 설립에 관한 구체적인 정책이 가시화 된다면 민간기상사업체와 기상산업진흥원, 학계와의 상호 의견 교환이나 공청회 등을 통해서 최종의 정책이 마련되었으면 한다. 민간에서는 사적인 상황을 고려한 의견을 제시하더라도 공적인 목적을 추구하는 기상청의 기본 정책 방향은 바꿀 수 없을 것이다. 하지만 정책을 수립하는 사람들 입장에서 생각하지 못한 부분이나 문제점도 발견될 수 있을 것이다. 민간 분야의 의견이 반영되지 않더라도 기상청과 문제점에 대한 공감대를 형성하고 이해하게 된다면, 정책적으로 어쩔 수 없는 부분은 민간에서도 빨리 받아들일 수 있어야 할 것이다. 그렇게 되면 민간에서도 센터 설립과 관련된 궁극적인 정책을 사전에 인지함으로써 자체적으로 새로운 아이템 개발이나 부가적인 기술향상을 위한 준비는 할 수 있을 것이고, 기후자료센터 설립 이후에도 센터와 민간이 공유된 기반이 갖추어져 기후자료와 관련된 부가 산업들이 자연스럽게 성장할 수 있을 것이다.

두 번째는 센터 설립이후 구성될 시스템 구축사업에 참여할 수 있는 기회가 부여되었으면 한다. 물론 센터에 구축될 시스템의 방대한 데이터 처리 속도나 중요성을 고려할 때 전문 SI업체가 사업을 주관하는 것이 당연하지만, 이러한 부분에서도 공동으로 참여가 가



능하다면 센터에서 운영될 시스템의 자료처리 및 기본 메커니즘을 사전에 인지하고 기술력을 배울 수 있기 때문에 향후 민간에서 처리해야 될 기술이나 서비스의 방향을 설정할 때 큰 도움이 될 것이다. 물론 이러한 자격이나 기술력이 없는데도 참여한다는 것은 무리가 있지만, 기상청에서 사전에 참여 여건이나 기회를 주고 사업자 평가 시에 참여업체의 기술력을 판단할 수 있었으면 한다.

세 번째로 기상청은 향후 기후자료센터가 설립 되면 기상산업 분야가 육성이 되고 일자리 창출에도 기여할 것이라고 한다. 이러한 기대효과가 센터 설립을 위한 일반적인 사유가 아니라 실제로 실천될 수 있는 사유가 되었으면 한다. 위에서 언급한 기후자료센터 설립에 따른 부가 서비스 개발 부분에 대해서 아직까지 그 구체적인 방안이나 아이디어가 부족한 실정이다. 기상청은 정책을 수립한 입장이고 누구보다 많은 부분에 대해서 연구해 왔을 것이므로, 민간에서 생각하지 못하고 있는 좋은 아이디어나 산업 육성 방안을 공유했으면 한다.

V. 국가기후자료센터 설립에 따른 민간의 준비 및 역할

국가기후자료센터 설립은 명확한 현실이며, 이에 따라 민간에서도 이를 활용한 새로운 사업 창출을 위해 노력해야 할 것이다.

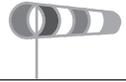
이전에 기상청과 기상사업자 간의 많은 간담회에 참석할 기회가 있었다. 기상청-기상사업자 간담회나 회의

에서 가장 많은 부분을 차지하는 사항은 ‘기상사업자의 입장에서는 기상청이 예보 정확도에 주력하는 것에 비해 너무 많은 서비스를 하고 있어서 힘들다는 것이고, 기상청의 입장에서 대국민 서비스 강화를 위해서 많은 서비스를 개발하고 있고 향후에도 지속적으로 확대해 나갈 것이다’라는 것이다.

이러한 논쟁은 지금까지도 계속되고 있지만, 결론적으로는 기상청 담당자 입장에서 대국민 서비스 향상이라는 대전제를 바탕으로 예산을 반영한 정책이나 서비스는 향후에도 계속 진행될 수 밖에 없다고 생각된다. 이런 상황 속에서 저자의 회사를 비롯한 민간사업자들 자체 기술개발에 주력하지 못하고 기상청에 불만만 토로하는 형상만 되었다.

따라서 국가기후자료센터의 서비스와 연관된 사업체는 이전과 같은 무의미한 논쟁이나 소모에서 벗어나기 위해서라도 기상청에 요구사항을 제시할 것은 하더라도 우선 스스로의 자구책 수립이나 노력이 필요하다. 자본이나 인력이 부족하기 때문에 이러한 노력이 허사로 돌아갈 수도 있지만, 현재는 스스로 노력하는 수 밖에 없다.

예를 들어 기상청의 센터 설립에 관한 구체적인 정책이 수립되고 나면 센터에서 제공되는 기후정보를 이용한 사업을 구상하고, 사업화가 구체적으로 수행될 수 있는 부분은 업체 스스로 기술 개발로 이어져야 한다. 여유가 있는 기업이라면 해당 기술을 스스로 개발 착수할 수도 있겠지만, 영세한 업체들은 연구개발 과제를 통해서 사업화할 수 있도록 CATER나 기후과학연구관리단에 R&D 과제를 신청하여 부족한 인력과 자



본을 충당하는 노력을 강구해야 될 것이다. 물론 이러한 민간 업체들의 노력이 잘 반영될 수 있도록 기상청의 정책적인 지원도 병행되었으면 한다.

또한 해당 사업 참여 등 보다 적극적이고 구체적인 요구를 할 경우 요구에 앞서 스스로 해당 기술력을 자체적으로 보유할 수 있도록 노력해야 하며, 사전에 포트폴리오를 준비하는 것이 바람직하다. 기상청에서도 기상산업을 육성하고 관련된 업체들을 지원하는데 있어서 명분이나 근거가 있어야 될 것이다. 준비없이 요구만 하고 그 이후 요구가 반영되지 않아 불평을 하는 것 분명 우리에게도 책임이 있다.

명분 없는 요구는 이제 어디를 가든 받아들여지기 힘든 사회구조가 되었다.

VI. 맺음말

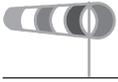
국가기후자료센터와 관련된 민간의 역할을 찾고자 민간에서 8년 정도 근무한 저자로서 몇 가지 언급해 보았다. 언급한 문제점들 중 일부는 쓸데없는 기우일수도 있고, 기상청 입장에서는 받아들일 수 없는 참견일 수도 있으며, 같은 업종의 종사자들에게 현실적으로 부딪치는 노력의 한계와 노력한다고 쉽게 이루어질 부분

이 아니라는 질책을 들을 수도 있다.

하지만 국가적으로나 대의적으로 돌아보면 기후자료센터의 설립은 필요하고 빨리 시행하는 것이 바람직하다. 기상청이 이러한 정책 기조에 흔들림이 없더라도 작은 목소리나 의견을 청취하고 반영할 수 있는 부분은 반영하고 정책에 영향을 받는 사람들에게는 관련 정책의 홍보나 정보를 지속적으로 공유해 주었으면 한다.

또한 저자의 회사를 비롯한 민간기상업체에서도 현실적인 어려움도 있지만 스스로의 변화를 위해서 지속적으로 노력하자고 당부하고 싶다. 서로가 경쟁사이지만 큰 배를 탔던 작은 배를 탔던 똑같은 바다 위를 움직이면서 각자의 목표를 향해서 달려가고 있다. 서로 힘을 합칠 수 있는 부분은 합치고, 경쟁할 부분은 정정당당하게 경쟁을 해서 서로가 한 걸음 더 나갈 수 있는 방법을 찾아야 한다.

국가 기후자료센터의 설립은 반드시 필요한 부분이므로 민간에서도 위기가 아닌 기회로 다가올 수 있도록 노력하고 준비해야 한다. 또한 기상청에서도 좀 더 변화된 시각에서 민간 기상사업자들과 상호 협조할 수 있는 분위기를 조성했으면 한다.



가치있는 기후정보

김 윤 태

소방방재청 국립방재연구소 풍수해방재연구팀장
prooni@nema.go.kr

정 도 준

소방방재청 국립방재연구소 연구원
fasv96@nema.go.kr

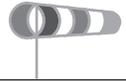
1. 서론

2010년 3월 23일 전병성 기상청장은 '세계 기상의 날' 기념메시지에서 1950년에 세계기상기구(WMO) 협약이 발효된 이후 60주년이 되는 2010년을 맞아 우리나라의 지난 60년 기상업무에 대하여, 인공위성의 발사와 이로 인해 이전에 없던 관측의 기회, 그리고 이와 맞물려 컴퓨터와 통신의 괄목할 만한 발달로 초기에는 별개의 사업으로 시작했던 것이 서로 맞물려 실시간 관측자료의 국가간 상호 교환, 그리고 WMO의 핵심사업으로 다른 WMO 사업의 토대를 제공하여 세계날씨감시를 더욱 빈틈없이 하게 되었다고 소회(所懷)를 밝혔다.

또한 일기예보 역시 24~36시간 예보만이 가능했던

과거와 달리, 오늘날에는 7일 예보가 이루어지고 있으며, 이는 관측업무와 연구, 분석, 모델링 분야에서 WMO의 국가간 조정역할의 성과이며, 이로 인해 장기예측도 가능해져서 한 계절에서 한 해까지도 예측이 가능하게 되었는데, 국가간 자유로운 생산 자료의 무상교환 없이는 불가능했을 결과로 생각하고 있다.

최근 켄 크로퍼드 기상선진화추진단장은 '기후정보와 기상산업 활성화 워크숍'에서 주제발표를 통하여 '신 개념의 선진 국가기후자료 서비스 체계 구축'을 위해 2011년 상반기에 국가기후자료센터를 설립하여 운영할 것을 계획하고 있으며, 이를 위해 2011년부터 4년간 약 100억원의 예산이 필요하다고 밝혔다. 기상청은 국가기후자료의 관리 및 서비스 기관으로서 해결해야 할 과제가 많다. 국가 기후정보 서비스 정책추진을



위한 예산 및 전문인력 확보와 육성에 힘써야 할 것이며, 다양한 의견수렴을 통해 최상의 대국민 서비스를 제공해야 할 것이다.

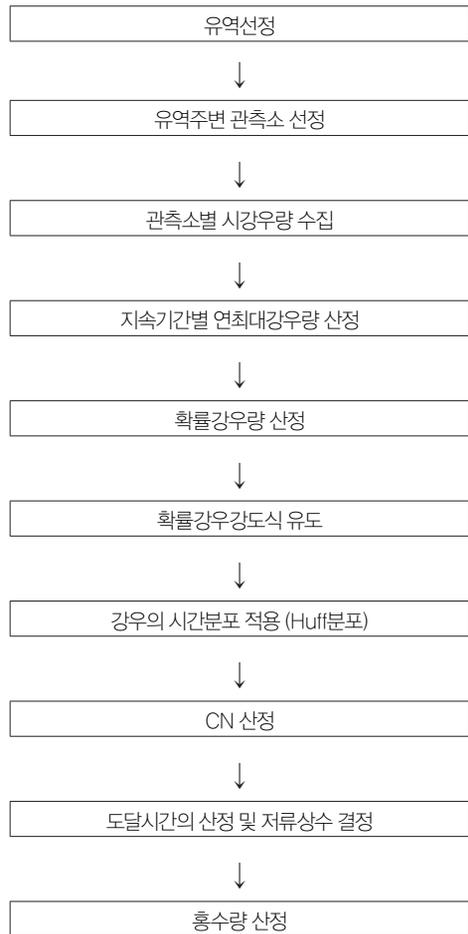
‘사물(事物)이 가지고 있는 쓸모’를 가치(價値)라고 한다. 사물이 완성되기까지 투입된 자본의 많고 적음과 상관없이 그 사물을 필요로 하는 사용자와 사용처의 많고 적음에 따라 ‘사물의 가치’가 결정된다. 본 고에서는 앞으로 설립되어 우리나라의 표준기후자료를 생산하고 제공할 국가기후자료센터의 발전을 위해 방재 분야에서 필요로 하는 기후자료에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 기상정보와 방재

기상정보와 방재를 따로 생각할 수 있을까? 태풍, 홍수, 호우, 강풍 등 자연적인 현상으로 인하여 발생하는 자연재해의 경우 방재업무를 수행하는데 있어 기상정보는 필수적이라 할 수 있다. 방재업무 외에 방재관련 제도시행에 있어서 각종 검토보고서에서 기초가 되는 자료 역시 기상정보라고 할 수 있다.

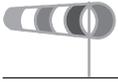
소방방재청에서는 재해로 인한 인명과 재산피해를 감소시키기 위해 재해예방사업 조기발주 추진단을 구성하여 재해위험지구 정비사업, 소하천정비사업을 추진하고 있다. 또한 대규모 택지조성사업 등 각종 개발사업 시행 전 재해유발요인 예측·진단을 위해 추진중인 사전재해영향성검토협의제도와 각 지자체별로 수립되고 있는 사전 계획적 재해예방 및 저감을 위한 ‘홍수해저감종합계획’이 있다.

상기 4가지 사업은 공히 해당 유역에 대한 유출량 또는 홍수량을 산정하여 저류지 용량, 교량 높이, 하천 제방고 등 방재와 관련된 수리구조물의 규모를 재현기간별로 산정하게 된다.



[그림 1] 홍수량 산정절차

[그림 1]은 홍수량산정절차를 간략하게 나타낸 것이며 유역 선정 및 유역 관측소 선정이 끝나면 강우자료의 임계지속기간을 고려하여 홍수량을 산정하여야 하



므로 시강우량 자료를 수집하게 된다. 수문분석에 필요한 강우량자료는 임의시간 강우량자료이므로 임의시간 강우량자료의 수집이 곤란한 경우에는 수집된 시간단위의 고정시간 강우량자료인 시강우량 자료를 분단위의 임의시간 강우량자료로 변환하여 사용하여야 한다. 이와 같이 강우량 자료는 방재관련 제도시행에 있어서 계획을 수립하는데 필요한 기본자료가 되고 있다.

III. 국가기후자료센터 설립

기상청의 국가기후자료센터 설립계획을 보도자료를 인용하여 간략히 살펴보면 다음과 같다.

현재 기상청은 예보 및 현재 기상자료의 과거 기후자료를 홈페이지를 통해 국민에게 공개하고 있지만 자료의 형태나 종류 등에 제한이 있다. 국가기후자료센터가 설립되면 그동안 기상청이 관측·검증을 통해 축적된 기후자료를 국민이 쉽게 접근할 수 있고 다양한 기후자료를 활용한 기상산업 분야가 활성화 될 것이다. 이 정책은 크로포드 기상선진화추진단장이 제시한 기상청 선진화 최우선 10대 과제에도 포함되어 있다.

센터는 기후자료의 수집, 품질관리, 서비스, 시스템개발 및 운영, 연구개발, 정책수립과 같은 임무를 수행할 것이다. 국가 녹색성장과 관련된 기후서비스와 기후자료 및 1차 가공된 기후자료를 수요자가 쉽게 접근할 수 있도록 대국민 서비스에 초점을 두고 있다. 학계 및 연구기관과 같이 공공성이 있는 기관에게는 무료로 제공하되, 영리 목적인 경우에는 유료로 할 예정

이지만 구체적인 수수료 내역에 대해서는 앞으로 충분히 검토하고 관련 규정 등을 참고한 후에 결정할 것이다. 기상청은 이러한 형태의 국가기후자료센터 설립을 내년부터 본격적으로 추진하기 위하여 필요한 예산과 조직 등을 확보하여 가능한 빠른 시일 내에 성과를 시화해 나갈 것이다.

이와 같이 국가기후자료센터의 설립이 다가오는 시점에서 기상자료를 적극 활용하고 있는 방재분야에 근무하고 있는 필자의 입장에서 개선 또는 반영되었으면 하는 사항을 간략히 제시하고, 다음 장에서 자세하게 살펴보고자 한다.

1. 기후자료의 고품질화

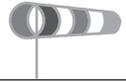
국가기후자료센터 설립을 위한 예산 및 전문인력 확보를 통해 현재 제공되는 수준의 기후자료를 고품질화할 필요가 있다.

2. 기후자료 제공의 편이성

국민의 생명과 재산을 보호하는 중앙정부, 지방자치단체, 또한 국민의 입장에서 각종 기후자료의 취득이 편리하도록 계획을 수립해야 한다.

3. 필요한 기후자료의 생산

기후정보의 실질적 수요자들인 사용자들의 요구를 반영하여 수많은 정보를 선별하는 과정이 필요하고, 사용자들의 요구는 센터 설립 이전에 관계부처, 사업자, 국민들의 의견을 최대한 수용하여 설립계획에 반영하여야 할 것이다.



4. 인프라 구축

수많은 기후자료를 적절한 시기에 신속하게 제공하기 위해 원시 관측자료를 보완할 수 있는 인프라 구축이 필요하다. 기후자료의 품질 및 서비스 관리에 대한 방안을 면밀히 검토하여 기후자료에 대한 대국민 신뢰도를 향상시켜야 할 것이다.

IV. 개선 및 필요사항

1. 기상정보의 홍보

기상청은 전국 어디에서나 국번 없이 131기상전화선을 통해 매시간 기상정보를 제공하고 있고, 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)에도 생활기상정보, 산업기상지수, 보건기상지수 등의 자료를 제공하고 있다.

현재 기상청에서 생산하고 있는 각종 지수로는 자외선지수, 식중독 지수, 열지수, 불쾌지수, 체감온도, 동파가능지수, 황사영향지수, 산불위험지수 등 생활기상지수가 있으며, 농업지수, 수산업지수, 축산업지수, 건설지수, 레저지수, 유통지수, 교통지수, 에너지 지수 등 산업기상지수, 천식가능지수, 뇌졸중가능지수, 피부질환가능지수, 폐질환가능지수 등 보건기상지수가 있다.

이와 같이 각종 지수 생산을 통해 국민들의 생활과 안전에 도움이 되고자 하지만 일부 국민들과 관련 사업장 외에는 사용이 되지 않고 있는 현실이다. 각종 지수의 신뢰도를 향상시키는 것도 중요하지만 이러한 지수

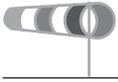
를 국민 모두가 활용할 수 있도록 생산되는 지수에 대하여 1회성이 아닌 지속적인 홍보가 필요하다.

최근 화두가 되고 있는 스마트폰을 활용하는 것도 하나의 방법이라 할 수 있다. 현재 기상청은 2010년 4월 8일부터 SNS(Social Network Service) 트위터(twitter)를 통해 기상 특·정보를 실시간으로 서비스하고 있으며, 기상청에서 발표하는 호우, 강풍, 황사, 지진 등 각종 기상 속보 및 특보를 실시간으로 제공하게 되어, 이용자들이 스마트폰과 인터넷으로 편리하게 확인할 수 있도록 하고 있다. 앞으로 기상 특·정보 외에 현재날씨, 예보, 정책정보를 추가 제공하고 지역별 세분화 서비스를 실시하는 등 SNS를 이용한 기상 서비스를 지속적으로 확대할 예정이다(http://www.twitter.com/kma_Weather).

꾸준하게 업그레이드되고 있는 스마트폰 시장의 성격과 사용자들의 요구를 지속적으로 분석하여 스마트폰의 성능에 적합하도록 기후정보서비스 개발 및 보완을 지속적으로 수행해야 할 것이다.

2. AWS 관측자료 사용의 편이성 도모

기상청은 무인으로 운영되는 464개소의 자동기상관측장비(AWS)를 이용하여 지상기상관측업무를 수행하고 있다. AWS는 기상관측소가 없는 곳에 설치되어 집중호우, 우박, 뇌우, 돌풍 등과 같은 국지적인 악기상 현상을 실시간으로 감시하고 있고, 특히 산악지역이나 섬처럼 사람이 관측하기 어려운 곳에 설치되어 집중호우와 같은 돌발 악기상을 감시하며, 관측된 자료는 수치예보 모델의 초기 입력 자료로 유용하게 사용된다.

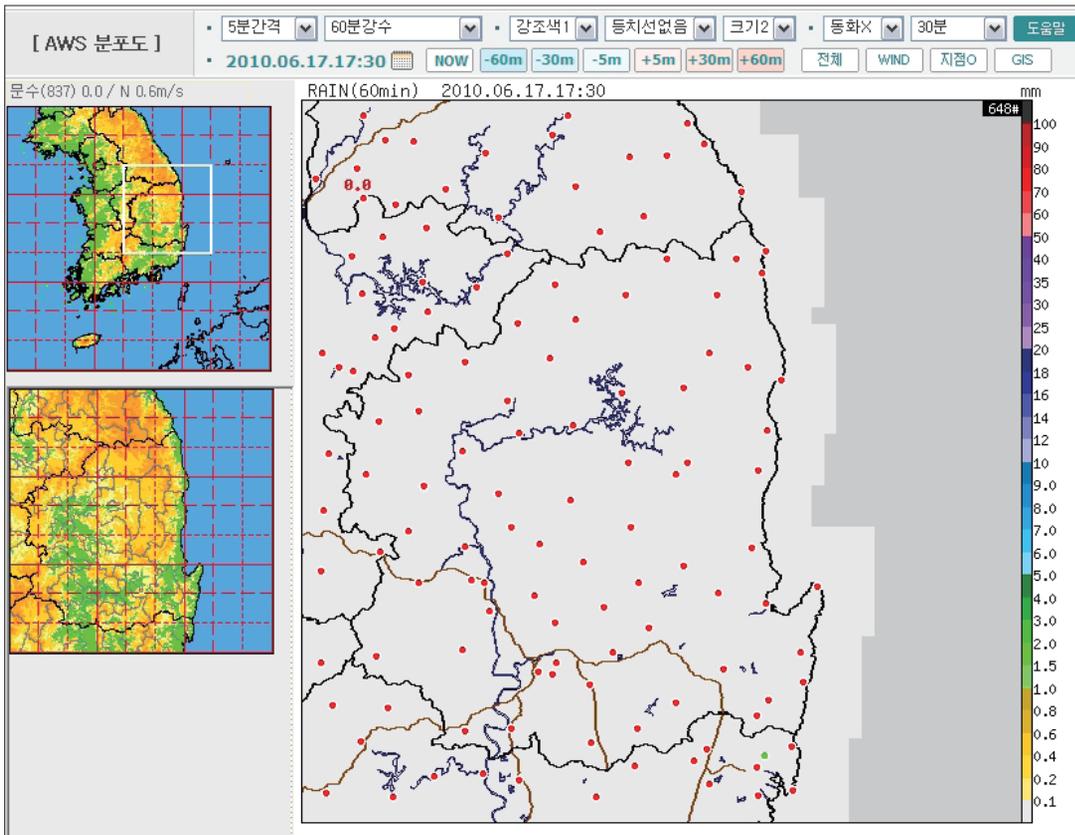


AWS 관측자료는 그래픽 자료, 시계열 자료, 집계표 자료, 정렬 자료, 구역별 자료, 문숫자 자료, 도별 자료로 나누어 제공되고 있어 집중호우시 상황관리와 수문분석을 목적으로 하는 사용자들이 신속하게 사용할 수 있는 반면에 다소 아쉬운 점이 있어 본 지면에서 개선사항으로 건의하고자 한다.

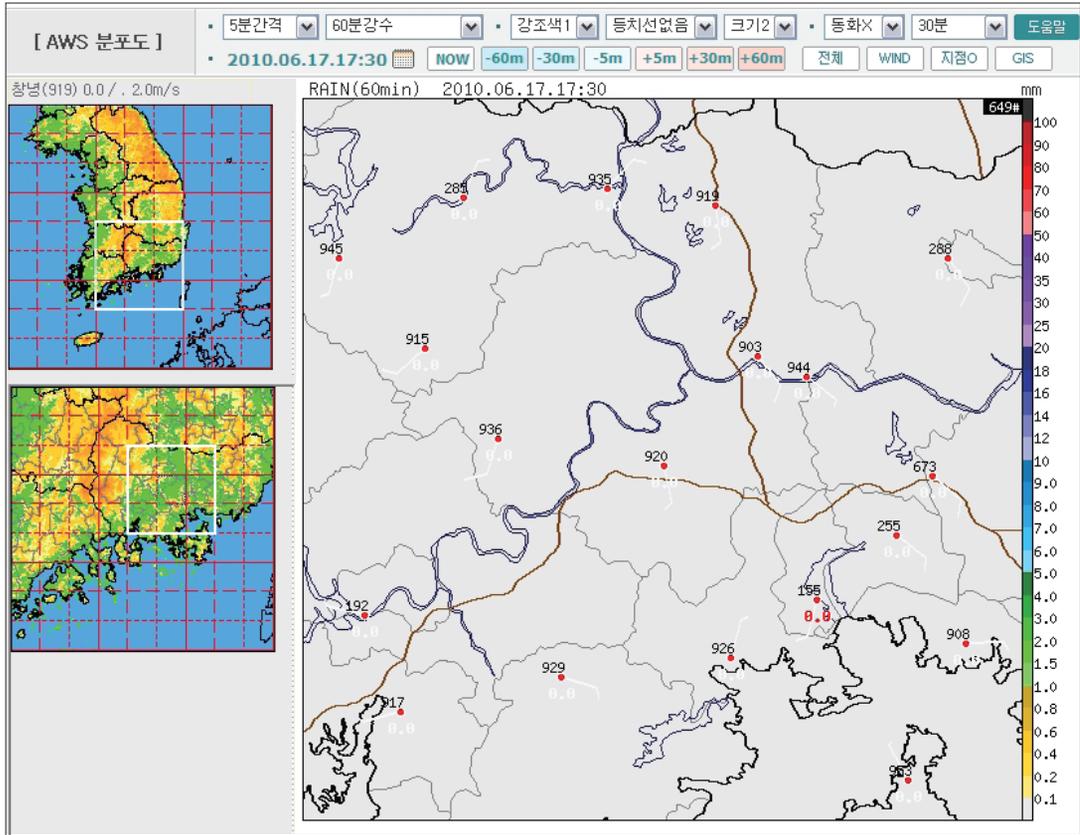
[그림 2]와 [그림 3]은 일반적인 사용자가 AWS 자료를 활용하기 위하여 접근하는 순서를 그림으로 나타낸 것이 그림과 같이 해당 AWS는 번호로 제시되어 있어 정

확한 AWS 지역명칭을 신속하게 파악하는데 어려움이 발생한다. AWS의 고유번호를 모른다면 주위의 모든 지역을 클릭해야만 하는 불편함이 상존하고 있다. 따라서 문숫자 검색에서 지역명과 관측소 번호를 동시에 표기하여 사용자의 편의성을 도모해야 한다.

또한 AWS 집계표의 경우 [그림 4]와 같이 제공되고 있는데 개별지점에 대한 강수량 집계가 지원되지 않고 있으며, 날짜 검색이 몇 일 ~ 몇 일로 검색되지 않고 오류가 자주 발생하고 있다. 따라서 개별지점에 대한



[그림 2] AWS 문숫자 검색(1수준)

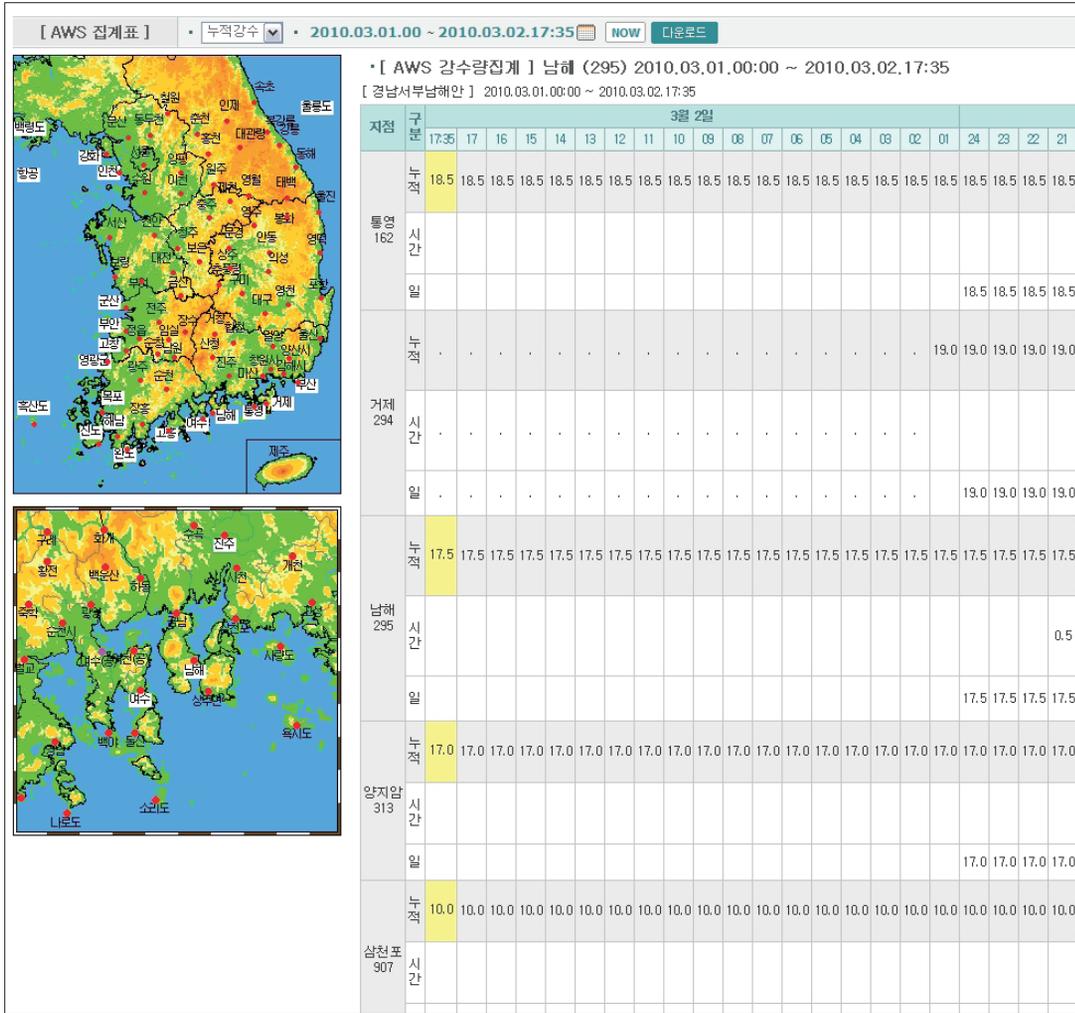


[그림 3] AWS 문숫자 검색(2수준)

여 단독으로 집계된 자료가 제공될 필요가 있으며, 날짜 검색창은 시작과 끝의 2개 창으로 구분하여 검색이 가능하도록 하는 것이 바람직하다.

현재 강우자료의 경우 기상청 민원실을 통해 요구하면 소정의 사용료를 지불하여 신속하게 구입이 가능하지만, 강우자료를 필요로 하는 사용자 또는 집중호우 발생시 상황을 관리해야 하는 방재관련 실무자의 경우 관찰 지역의 AWS 자료를 실시간으로 검색하는 일이 빈번하므로 상기의 개선사항은 향후 보완이 될 필요가 있다.

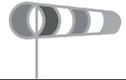
AWS 매분분석자료의 경우 [그림 5]와 같이 제공되고 있는데 상황발생으로 신속한 분석이 요구될 때 자료를 다운로드하여 강우분석을 수행하는데 불편함이 발생한다. 엑셀화일로 다운로드를 실시하였을 때 엑셀화일을 실행시키면 [그림 6]의 박스내의 내용과 같이 각각의 열로 자료가 구분이 되지 않고 A열 한열에 모든 자료가 수록되어 있어 자료를 재가공해야 하는 과정이 필요하며, 매분분석자료의 구역별 자료도 동일하게 제공이 되고 있다. 이러한 자료제공은 소프트웨어적으로도 충분히 가공해서 제공이 가능할 것으로 판단된다.



[그림 4] AWS 집계표

또한 기상청에서 제공하고 있는 AWS자료 형태와국토해양부 국가수자원관리종합시스템(WAMIS, Water Management Information System)상의 자료 형태를 [그림 7]과 [그림 8]에 비교하였다. 기상청 자료가 매분단위로 상세하게 검색이 가능하나 수문분석을 목

적으로 하는 경우에는 홍수량 산정에 있어서 지속시간을 고려한 강우량 자료수집은 10분을 포함한 1시간 단위의 자료가 필요하게 되므로 향후 여러 가지 형태의 자료제공에 대한 검토가 필요할 것이다.



[AWS 정렬]		[전국]	60분간수	시작값	-500	종료값	9999	내림차순							
[매분분석자료]		2010.06.18.11:12	(전국, 지점수 : 673)												
ID	지점명	관측소	강수15	강수60	12강수	일강수	감지	기온	풍향1	풍속1	풍향10	풍속10	습도	해면기압	
923	기장	부산	0.5	2.5	6.0	6.0	1	21.1	45.8	2.3	35.3	3.0	93.5	1005.1	부산광역시 기장군 일광면 삼성리
168	여수	여수	0.5	1.5	1.5	1.5	1	21.1	63.4	8.5	64.8	8.3	83.4	1004.0	전라남도 여수시 고소동
928	웅상	부산	0.5	1.5	3.0	3.0	1	21.0	346.7	1.9	12.9	2.2		1005.2	경상남도 양산시 웅상동 삼호리
937	해운대	부산	0.5	1.5	4.0	4.0	1	20.9	85.4	3.8	92.2	2.6			부산광역시 해운대구 좌동
910	영도	부산	0.5	1.0	4.0	4.0	1	19.6	31.6	7.0	19.8	7.7			부산광역시 영도구 동삼동
313	양지암	거제	1.0	1.0	4.5	4.5	1	19.3	48.3	4.5	51.9	5.1			경상남도 거제시 농포동
950	수영만	부산	0.5	1.0	3.0	3.0	1	21.3	91.4	4.9	72.6	3.4			부산광역시 해운대구
766	여천(공)	여수	0	0	5.0	5.0	0	22.8	73.5	4.9	75.6	5.8			전라남도 여수시 칠내동
777	영남	고흥	0	0	5.0	3.0	0	22.3	63.0	5.3	56.7	3.9		1004.1	전라남도 고흥군 영남면 양사리
767	대덕	장흥	0	0	5.0	1.5	0	21.7	99.0	3.7	112.2	3.7			전라남도 장흥군 대덕읍 신철리
901	둘기	울산	0	0	5.0	4.5	0	20.8	14.1	2.0	10.9	1.5			울산광역시 동구 일산동
905	양산	부산	0	0	5.0	2.0	0	22.0	13.9	3.1	23.0	3.0			경상남도 양산시 남부동
159	부산	부산	0	0	5.0	0.5	0	21.2	54.8	3.8	51.1	4.0	89.8	1004.3	부산광역시 중구 대창동1가
921	가덕도	부산	0	0	5.0	3.5	0	19.5	95.2	8.5	94.1	7.9			부산광역시 강서구 대항동
262	고흥	고흥	0.5	0.5	3.5	3.5	1	21.3	46.5	3.1	57.4	3.2	80.4	1003.1	전라남도 고흥군 고흥읍 행정리
924	간절곶	울산	0	0	5.0	4.0	0	20.7	15.3	2.5	27.0	2.3			울산광역시 울주군 서생면 대송리
160	부산(레)	부산	0.5	0.5	3.0	3.0	1	18.0	65.6	11.2	79.5	9.9			부산광역시 서구 서대신동3가
933	금남	진주	0	0	5.0	1.5	0	23.7	284.8	2.0	194.7	2.5			경상남도 하동군 금남면 송문리
934	수곡	진주	0	0	5.0	2.0	0	22.7	1.9	1.5	14.3	1.1			경상남도 진주시 수곡면 대천리
749	도양	고흥	0	0	5.0	2.5	0	21.5	54.3	3.7	31.8	3.5			전라남도 고흥군 도양읍 불암리
938	부산진구	부산	0.5	0.5	2.5	2.5	1	21.9	54.8	0.7	77.7	2.0			부산광역시 부산진구 범천동
939	금정구	부산	0	0	5.0	2.0	0	21.3	36.0	4.2	30.5	3.3			부산광역시 금정구 장전동
940	동래구	부산	0	0	5.0	2.5	0	21.4	85.5	1.8	76.6	2.0			부산광역시 동래구 무림동

[그림 5] AWS 매분분석자료

A18	159	부산	부산	0	0.5	0.5	0.5	1	21.2	52.4	3.7	50.8	3.9	89.9	1004.3	부산광역시
ID	지점명	관측소	강수15	강수60	12강수	일강수	감지	기온	풍향1	풍속1	풍향10	풍속10	습도	해면기압		
6	923	기장	부산	0.5	2.5	6.0	6.0	1	21.1	43.3	2.2	34.3	3.0	93.4	1005.1	부산광역시 기장군 일광면 삼성리
7	928	웅상	부산	0.5	1.5	3.0	3.0	1	21.0	353.2	2.6	17.0	2.1		1005.2	경상남도 양산시 웅상동 삼호리
8	937	해운대	부산	0.5	1.5	4.0	4.0	1	21.0	16.7	1.2	93.8	2.4			부산광역시 해운대구 좌동
9	168	여수	여수	0	1.0	1.0	1.0	1	21.1	71.1	8.6	65.3	8.2	83.3	1004.1	전라남도 여수시 고소동
10	313	양지암	거제	1.0	1.0	4.5	4.5	1	19.4	51.3	5.0	52.0	5.1			경상남도 거제시 농포동
11	910	영도	부산	0.5	1.0	4.0	4.0	1	19.7	23.8	7.1	19.2	7.9			부산광역시 영도구 동삼동
12	950	수영만	부산	0.5	1.0	3.0	3.0	1	21.3	44.9	3.7	70.8	3.1			부산광역시 해운대구
13	766	여천(공)	여수	0	0	5.0	5.0	0	22.8	68.1	5.2	75.7	5.9			전라남도 여수시 칠내동
14	767	영남	고흥	0	0	5.0	3.0	0	22.4	69.8	5.4	52.6	3.7		1004.1	전라남도 고흥군 영남면 양사리
15	777	대덕	장흥	0	0	5.0	1.5	0	21.7	114.0	3.7	114.2	3.7			전라남도 장흥군 대덕읍 신철리
16	901	둘기	울산	0	0	5.0	4.5	0	20.7	13.7	1.5	11.2	1.5			울산광역시 동구 일산동
17	905	양산	부산	0	0	5.0	2.0	0	21.9	20.3	3.2	25.3	3.0			경상남도 양산시 남부동
18	159	부산	부산	0	0	5.0	0.5	0	21.2	52.4	3.7	50.8	3.9	89.9	1004.3	부산광역시 중구 대창동1가
19	921	가덕도	부산	0	0	5.0	3.5	0	19.5	95.1	8.4	93.9	7.9			부산광역시 강서구 대항동
20	262	고흥	고흥	0.5	0.5	3.5	3.5	1	21.3	54.8	2.8	58.0	3.0	80.4	1003.1	전라남도 고흥군 고흥읍 행정리
21	924	간절곶	울산	0	0	5.0	4.0	0	20.7	20.2	2.4	28.0	2.4			울산광역시 울주군 서생면 대송리
22	160	부산(레)	부산	0.5	0.5	3.0	3.0	1	18.2	68.8	12.1	80.3	9.6			부산광역시 서구 서대신동3가
23	933	금남	진주	0	0	5.0	1.5	0	23.7	12.9	1.8	191.2	2.4			경상남도 하동군 금남면 송문리
24	934	수곡	진주	0	0	5.0	2.0	0	22.8	22.7	1.6	12.6	1.1			경상남도 진주시 수곡면 대천리
25	749	도양	고흥	0	0	5.0	2.5	0	21.6	62.1	4.0	32.0	3.5		1003.0	전라남도 고흥군 도양읍 불암리
26	938	부산진구	부산	0.5	0.5	2.5	2.5	1	21.8	203.8	0.6	77.8	2.3			부산광역시 부산진구 범천동
27	939	금정구	부산	0	0	5.0	2.0	0	21.3	32.3	3.8	30.7	3.2			부산광역시 금정구 장전동
28	940	동래구	부산	0	0	5.0	2.5	0	21.4	48.9	1.0	76.8	2.0			부산광역시 동래구 명동
29	942	대연	부산	0	0	5.0	3.0	0	21.1	74.2	2.1	71.2	3.2			부산광역시 남구 대연동
30	752	서광	제주	0	0	5.0	0.5	0	23.5	150.7	1.1	174.8	1.7			제주특별자치도 서귀포시 안덕면 서광리
31	953	장목	거제	0.5	0.5	2.5	2.5	1	21.4	85.5	3.4	96.4	3.1			경상남도 거제시 장목면 장목리
32	133	대전	대전	0	0	0	0	0	29.5	119.6	3.1	118.8	3.4	52.3	1001.9	대전광역시 유성구 구성동
33	135	추풍령	추풍령	0	0	0	0	0	24.8	87.9	4.0	109.4	3.2	66.9	1003.2	충청북도 영동면 추풍령면 관리
34	136	안동	안동	0	0	0	0	0	25.8	103.4	2.0	93.7	2.3	64.1	1004.2	경상북도 안동시 운안동
35	137	상주	상주	0	0	0	0	0	27.2	137.5	2.1	113.0	2.0	55.0	1003.9	경상북도 상주시 낙안동
36	138	포항	포항	0	0	0	0	0	22.6	57.4	2.1	51.3	1.9	89.7	1005.6	경상북도 포항시남구 송도동
37	140	군산	군산	0	0	0	0	0	28.2	5.0	1.2	0.8	1.5	66.7	1002.9	전라북도 군산시 내홍동
38	143	대구	대구	0	0	0	0	0	26.6	100.0	3.4	87.0	4.6	50.9	1004.2	대구광역시 동구 신암동

[그림 6] 매분분석자료 다운로드 결과(엑셀화일)



정책초점

[도별 AWS] · 경상북도 · 문숫자 · NOW 2010.05.20.00:00 [-60m] [-10m] [-1m] [+1m] [+10m] [+60m] 전체보기 지도 다운로드

·278 [의성] 경상북도 의성군 의성을 원당리 / 2010.05.20.00:00

시:분	감수15	감수60	일감수	감수	기온	풍향10	풍속10	습도	해면기압	
00:00	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	91.0	1009.1
23:59	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	91.0	1009.1
23:58	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	91.0	1009.1
23:57	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	91.0	1009.1
23:56	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	91.0	1009.1
23:55	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	90.9	1009.1
23:54	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	90.8	1009.1
23:53	0	0	1.5	○	14.5	0.0	-	0.0	90.7	1009.1
23:52	0	0	1.5	○	14.5	244.5	-	0.0	90.5	1009.1
23:51	0	0	1.5	○	14.5	244.5	-	0.0	90.5	1009.1
23:50	0	0	1.5	○	14.5	244.5	-	0.0	90.3	1009.1
23:49	0	0	1.5	○	14.5	244.5	-	0.0	90.2	1009.1
23:48	0	0	1.5	○	14.6	244.5	-	0.0	90.2	1009.1
23:47	0	0	1.5	○	14.6	244.5	-	0.0	90.2	1009.1
23:46	0	0	1.5	○	14.6	244.5	-	0.0	90.1	1009.1
23:45	0	0	1.5	○	14.6	262.7	-	0.1	90.2	1009.1
23:44	0	0	1.5	○	14.7	278.4	W	0.2	90.4	1009.1
23:43	0	0	1.5	○	14.7	292.8	WNW	0.2	90.3	1009.1
23:42	0	0	1.5	○	14.7	317.1	NW	0.3	90.3	1009.1
23:41	0	0	1.5	○	14.7	320.4	NW	0.4	90.1	1009.1
23:40	0	0	1.5	○	14.8	322.5	NW	0.4	90.3	1009.2
23:39	0	0	1.5	○	14.8	325.2	NW	0.5	90.2	1009.2
23:38	0	0	1.5	○	14.7	326.4	NNW	0.6	90.1	1009.0

[그림 7] 기상청 AWS 자료의 구성

강우자료

내용: 시자료 · 출력형식: 테이블(html) · 관측기간: 2010 05 20 ~ 2010 06 20 검색 엑셀

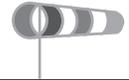
▶ 의성 관측소의 2010년 05월 20일 ~ 2010년 06월 20일 기간동안 시강우 현황입니다.
검색된건수는 32건 입니다.

▶ 의성 관측소의 자료보유기간은 1987년 06월 01일 부터입니다.

시(時) 강우량 최대값: 6.0 (단위:mm)

관측일시	01시	02시	03시	04시	05시	06시	07시	08시	09시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시
2010-05-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	0.0
2010-05-21	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0
2010-05-22	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	6.0	1.0	2.0	2.0	4.0	2.0	0.0
2010-05-23	2.0	1.0	2.0	0.0	1.0	0.0	3.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
2010-05-24	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-25	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010-05-31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[그림 8] 국토해양부 국가수자원관리종합시스템(WAMIS) 자료의 구성



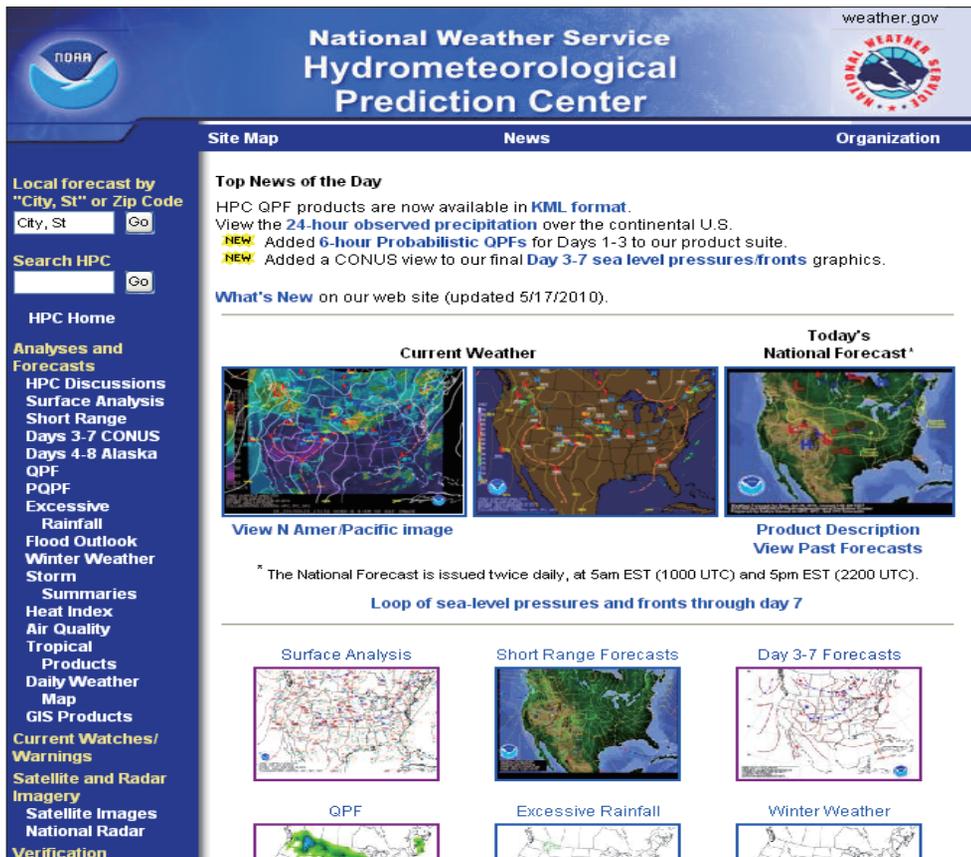
3. 기상정보와 수문정보의 연계 필요성

미국과 일본, 영국 등 주요 선진국들은 기상과 수문 정보를 통합하여 함께 제공하고 있다. 다음은 세 나라의 수문기상관련 센터에 대한 주요 내용을 간략히 설명하였다.

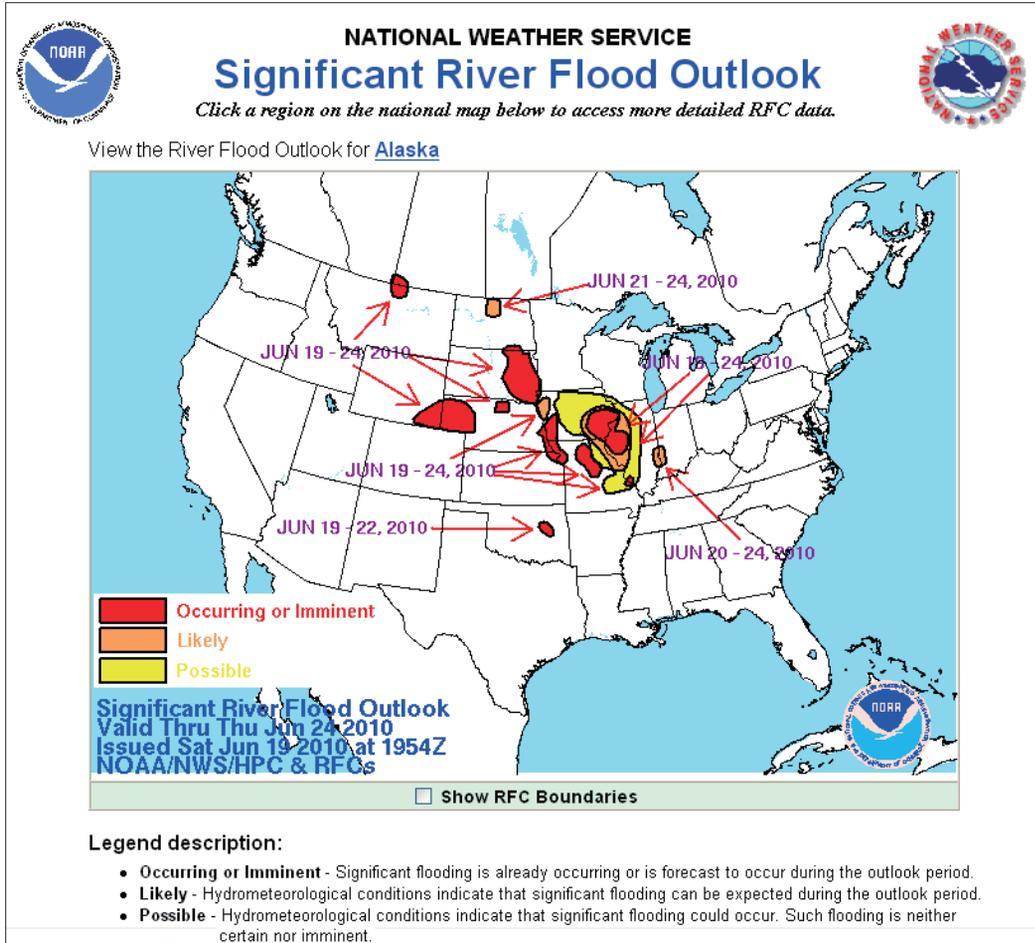
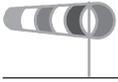
1) 미국의 수문기상예보센터

미국의 수문기상예보센터는 기상청(NWS, National

Weather Service) 소속기관으로 정량적강우예보(QPF, Quantitative Precipitation Forecasts), 주요하천홍수전망(Significant River Flood Outlook)과 같이 기상과 수문을 통합적으로 운영하고 있다. 이외에도 [그림 9]와 같이 3~7일 예보, 초과강우, 홍수전망, 열지수 등의 자료를 제공하고 있다. 주요하천별 홍수전망은 [그림 10]과 같이 제공되며, 해당지역을 클릭하면 세부적으로 확인이 가능하도록 구성되어 있다.



[그림 9] 미국 수문기상예보센터 홈페이지



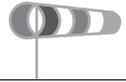
[그림 10] 주요하천 홍수 전망(미국 수문기상예보센터)

2) 영국 홍수예보센터

영국의 홍수예보센터(FFC, Flood Forecasting Centre)는 환경부와 기상청의 협력사업으로 진행되고 있으며, 주로 극한강우경보 서비스, 홍수안내보도 서비스, 기타 웹서비스를 담당하고 있다. 제공되는 자료는 우리나라, 미국, 일본보다는 다소 종류가 많지 않

지만, 환경부와 기상청이 주도적으로 협력을 하여 제공하고 있다는 점에 주목할 필요가 있다.

[그림 11]은 영국 홍수예보센터의 홈페이지이며, 극한 강우에 대한 정보는 [그림 12]와 같이 제공하며, 세부적으로 [그림 13]과 같이 상세한 설명을 부가적으로 제공하고 있다.



FLOODFORECASTINGCENTRE

a working partnership between

About us
Services
Development programme
Frequently asked questions
Register to our services
Existing users login
Contact us

Welcome to the Flood Forecasting Centre

The Flood Forecasting Centre (FFC) is a partnership between the Environment Agency and the Met Office, combining our meteorology and hydrology expertise to forecast for river, tidal and coastal flooding as well as extreme rainfall which may lead to surface water flooding.

What does the FFC provide?

With a dedicated team in one national centre, the FFC provides the best possible intelligence and support to existing Environment Agency flood warnings and Met Office weather warning services for England and Wales.

Combining weather and flooding expertise

By combining our knowledge and experience, we will vastly improve our ability to deliver countryside longer lead time flood alerts and more accurate, targeted information to [Category 1 and 2 responders](#).

Giving more time for responders to act

By working together, we will produce warnings that are clearer, more consistent and targeted, giving our Cat 1 and 2 partners longer lead times and better intelligence so that they, in turn, can be better prepared for flooding events.

This will provide people in areas at risk of flooding with more time to protect themselves and their homes from the effects of flooding.

Contact us | Privacy policy | Accessibility
© Crown copyright www.metoffice.gov.uk
© Environment Agency www.environment-agency.gov.uk

[그림 11] 영국 홍수예보센터

Extreme Rainfall Alert

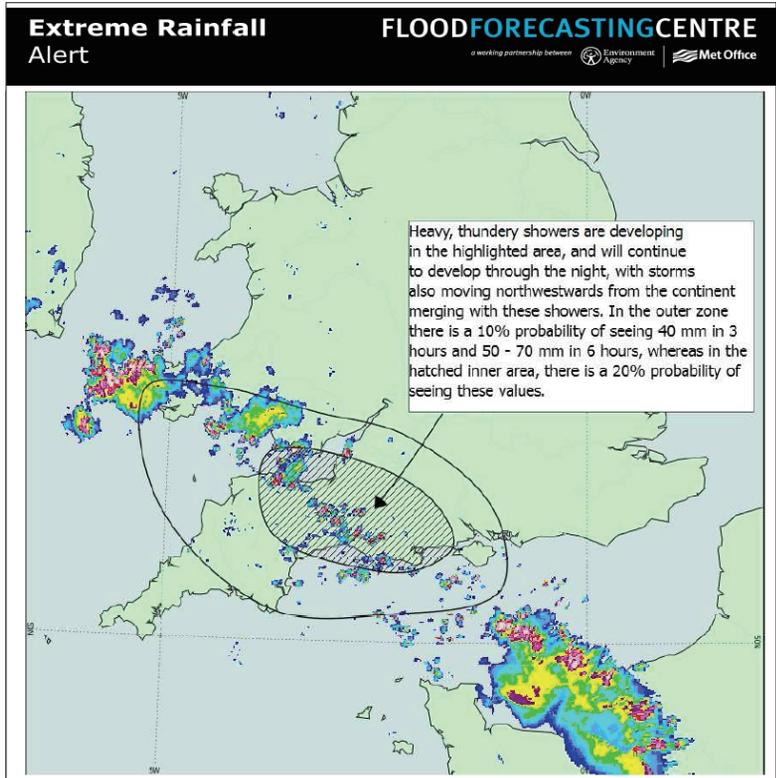
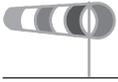
FLOODFORECASTINGCENTRE

a working partnership between

An alert for the following regions:

- Bath and NE Somerset
- Devon
- Dorset
- N Somerset
- Somerset
- Vale of Glamorgan
- Wiltshire

[그림 12] 극한강우 경보 제공화면



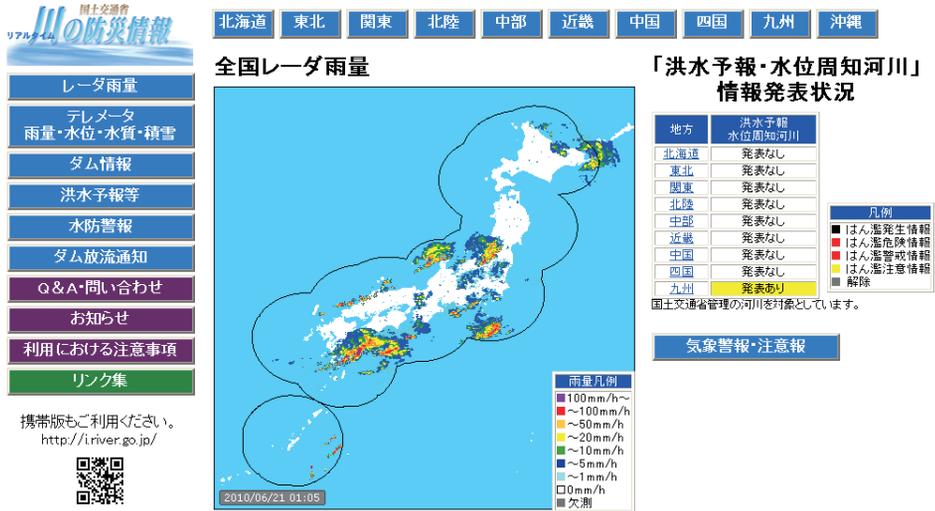
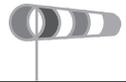
[그림 13] 극한강우 정보 상세 제공화면

3) 일본 하천정보센터

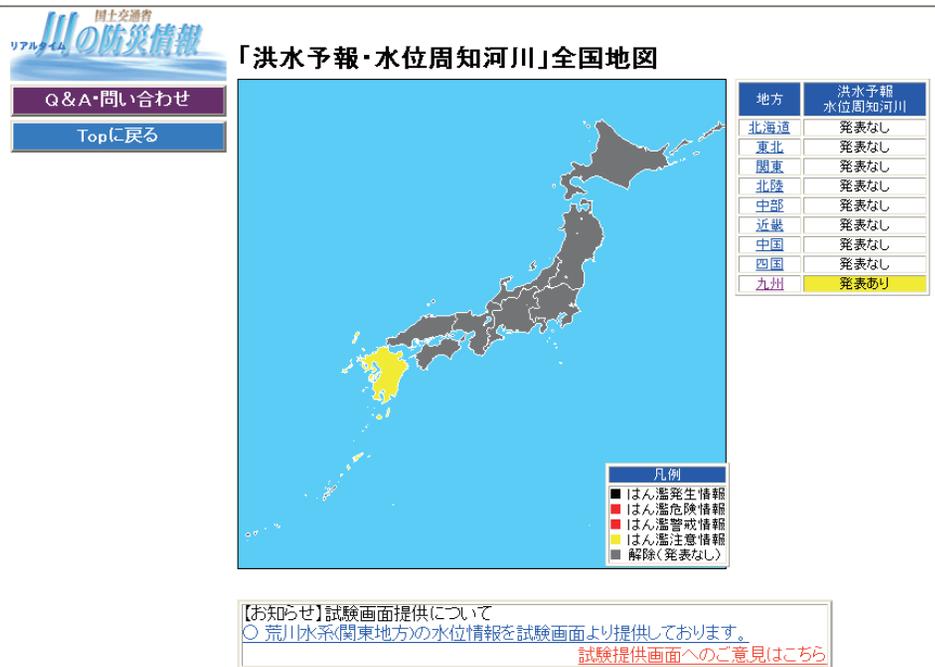
일본 하천정보센터(FRICS, Foundation of River & Basin Integrated Communications)는 하천, 수위 등과 같은 수문자료와 레이더 강우자료 등 수문 정보관리에 대한 중요성이 인식되면서 홍수, 토사재해 등의 비상시에 하천관리자가 가진 하천유역에 관한 정보를 신속하고 정확하게 방재관련기관 및 국민들에게 제공하는 것을 목적으로 1985년에 중앙정부와 지방단체의 협력을 통해 설립된 수문정보관리 전문기관이다. 하천정보센터의 주요 역할은 하천 및 유역관리

를 위한 모든 수문정보를 수집하여 분석하고 홍수피해 절감 등 하천의 유용한 활용을 위한 활동을 전개해 나가는 것이다.

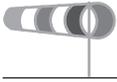
[그림 14]는 일본 하천정보센터 홈페이지이며 그림 좌측의 내용과 같이 우량, 수위, 수질, 적설 정보, 홍수예보, 수방경보 등의 자료를 제공한다. 홍수예보는 지역별로 홍수가능성을 시각적으로 판단할 수 있도록 [그림 15]와 같이 제공하며 세부적으로 [그림 16]과 같이 명확한 하천위치를 제공하고 있다.



[그림 14] 일본 하천정보센터 홈페이지



[그림 15] 홍수예보 제공화면(일본 하천정보센터)



「洪水予報・水位周知河川」管内地図(九州地方)



[그림 16] 홍수예보 상세 제공화면(일본 하천정보센터)

이상 3개국의 기상정보와 수문정보를 연계하여 제공하는 것을 살펴본 바와 같이 수자원관리, 홍수·가뭄 등의 방재업무에 적용할 수 있는 수문기상 업무체계를 정착시킬 필요성이 있으며, 관계부처가 공동으로 이용할 수 있는 네트워크의 구축이 시급하며, 나아가 부처간 고유업무 영역을 효율적으로 연계시킬 수 있는 정보 생산체계 구축이 필요하다.

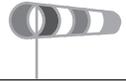
IV. 결론

전세계적으로 기후변화에 대한 대책수립의 움직임이 활발한 가운데 기후변화와 관련된 찬반의견 또한 분분하다. 기후변화에 대한 불확실한 과학적 논쟁에 휩

쓸려서 정작 중요한 국가적 차원의 적응노력을 소홀히 한다면 향후 심각한 재앙을 초래할 수도 있음을 우리 모두 인식해야 한다.

앞으로 설립될 국가기후자료센터가 기후자료를 통합 관리하여 제공하는 것은 효율성이 높은 사업으로서 기후변화 대응을 위한 가장 기본적이면서도 시급한 과제라고 판단된다. 센터의 설립과 더불어 중요한 것은 제공되는 기후자료의 품질과 서비스에 대한 사항으로, 전문인력 및 장비의 확보를 통해 고품질의 기후자료를 생산해야 하고, 국민들이 사용하기 편리하고 접근성이 쉬운 정보로 변환하여 제공해야 할 것이다.

기상청의 캐치프레이즈인 ‘하늘을 친구처럼, 국민을



하늘처럼은 하늘과 같은 순수한 마음으로 국민을 섬기는, 국민을 위한 정책을 펴겠다는 기상청의 의지를 함축하고 있다. 타 정부부처와 마찬가지로 기상청은 국민을 위해 존재하므로 국민의 요구사항을 모른다면 소통의 부재로 성공적인 정책을 수립할 수 없다. 국가 기후자료센터 설립과 더불어 ‘가치 있는 기후자료 제공’을 통해 국민에게 더욱 더 가까이 다가설 기상청의 모습을 기대하게 된다.

참고문헌

- 하늘사랑, 기상청, Vol 345, 2010.3.
보도자료, 기상청, 2009.11.16.
물과 미래, 한국수자원학회, Vol. 43, No. 5, 2010.4.
물과 미래, 한국수자원학회, Vol. 39, No. 4, 2006.4.
미국 수문기상예보센터(www.hpc.ncep.noaa.gov/index.shtml)
영국 홍수예보센터(www.ffc-environment-agency.metoffice.gov.uk/)
일본 하천정보센터(www.river.go.jp)

기상청 기후자료 활용 증대 방안에 관한 제언

최 영 은

건국대학교 지리학과 교수

yechoi@konkuk.ac.kr

I. 서론

수자원 관리, 도시계획, 에너지 수급, 보건, 물류 관리 및 유통 등 다양한 분야에서 기후정보의 중요성이 커지면서 질 높은 기후자료에 대한 수요가 점점 많아지고 있다. 이에 따라 기후자료의 활용도를 높일 수 있는 기후자료 제공 및 서비스에 대한 관심도 증가하고 있다. 또한 지구온난화로 인한 홍수, 가뭄, 폭염, 한파, 폭설 등 기상관련 자연재해가 빈번해지면서 이에 대한 구체적이고 과학적인 기초자료의 산출이 필요해졌다.

미국, 오스트레일리아, 영국 등 기상선진국들은 웹사이트나 간행물을 통해 다양한 기후요소와 기후지수의 지도와 통계자료를 제공하며, 공간분포, 시계열변화, 장기적 변동 및 미래전망을 포함한다. 기상청도

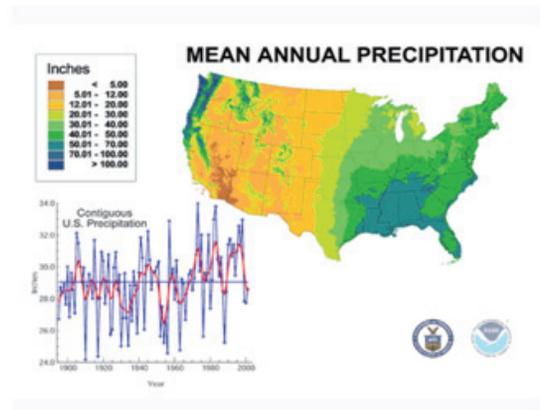
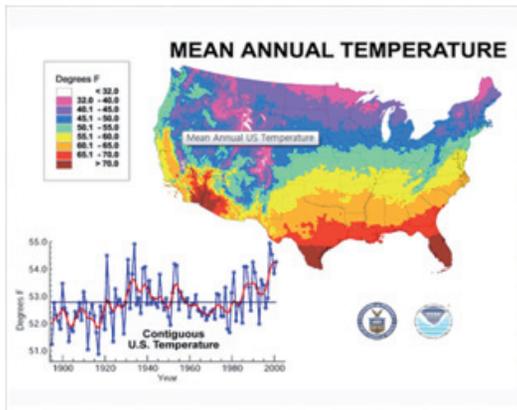
10년마다 갱신, 발간되는 「한국기후도」 및 「한국기후표」를 포함하여 다양한 기후정보를 제공한다. 하지만 한국기후도는 분석이나 설명 없이 기후요소를 등치선 지도로만 표현하고, 한국기후표는 텍스트로 기후값만을 제공하기 때문에 기후자료에 익숙하지 않은 사용자가 자료를 활용하는데 어려움이 있다.

본 고에서는 2009년 ‘부분별 영향평가 지원을 위한 맞춤형 기후변화 예측정보 산출 기술 개발’의 세부과제인 ‘국가기후지도 및 활용지도 개발’의 연구결과를 토대로 하여 기후정보의 활용을 증대할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해서 미국, 영국, 오스트레일리아 등 기상선진국과 우리나라 기상청의 기후자료 제공 현황을 정리하여 제시하였다.

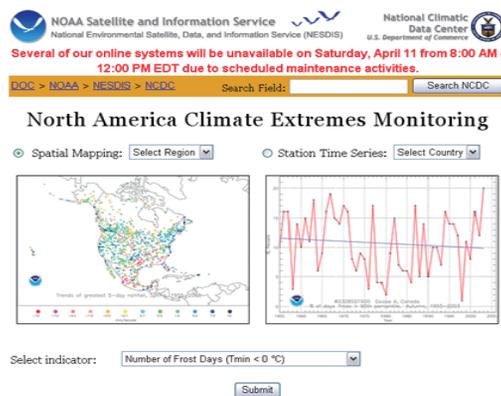
II. 국외 현황

기상선진국들은 지도, 그래프, 텍스트 등 다양한 형태로 기온, 강수량 등 다양한 기후요소와 기후지수를 제공하여 기후자료의 활용도를 높이고 있다. 기후지수란 기후요소를 통계적으로 처리하여 수자원, 농업, 보건, 도시계획, 산업, 에너지 등 다양한 분야에서 활용 가능하도록 한 것으로 냉·난방일수, 적산온도 등이 그

예이다. 또한 기후정보는 지도나 그래프와 함께 분석 결과를 함께 제공하여 정확한 개념의 이용과 적절한 활용이 가능해진다. 또한 목적에 따라 기간이나 지역을 자유롭게 선정, 변경할 수 있는 기능을 제공한다. [그림 1]은 미국 국가기후센터(National Climate Data Center, NCDC)에서 제공되는 기후정보의 예로 연평균기온과 연평균강수량의 공간적 분포를 지도로 나타낸 것이다. 국가 및 지역별 시계열 변화경향을



[그림 1] 미국 NCDC(National Climatic Data Center)가 제공하는 연평균기온과 연평균강수량의 공간분포 및 시계열 그래프(<http://www.ncdc.noaa.gov>)



[그림 2] 미국 NCDC가 제공하는 기후지수 지도 및 시계열 그래프 제공의 예(<http://www.ncdc.noaa.gov>)

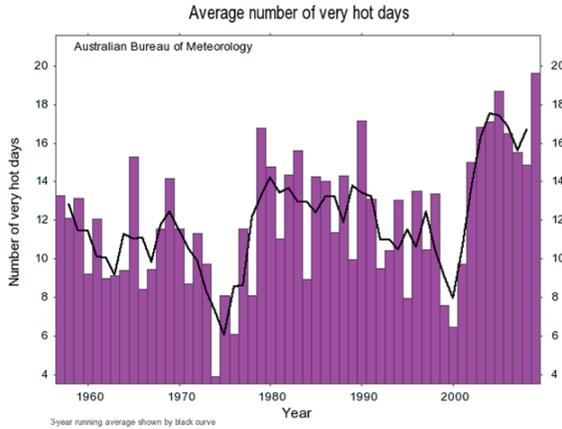
Australian Climate Extremes - Time series

① About the climate extremes analyses

Index: Download Raw data set

Years of running average: T A 3 5 7 9 11 13 15
 (T=linear trend, A=average)

[Trend maps](#)



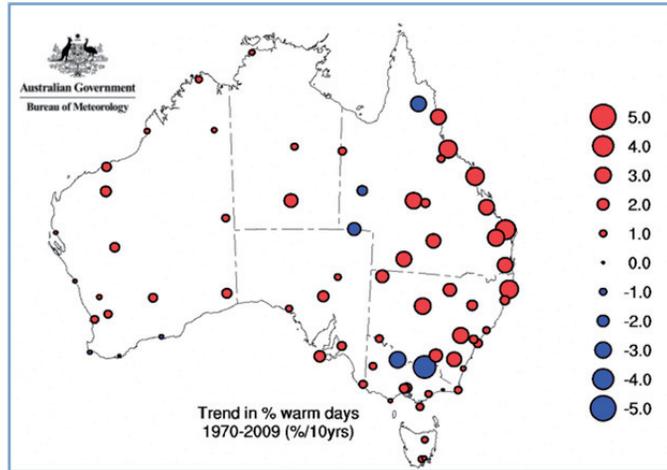
[그림 3] 오스트레일리아 기상청이 제공하는 기후지수 중 무더운 날 (hot days)에 대한 시계열 그래프 예(<http://www.bom.gov.au>)

보여주는 그래프가 동시에 제공된다. 지도에서 기온은 붉은색과 파란색을 이용하고, 강수량은 초록색과 갈색을 이용하여 온도가 높은 지역과 낮은 지역, 강수가 많은 지역과 적은 지역의 패턴을 잘 보여준다.

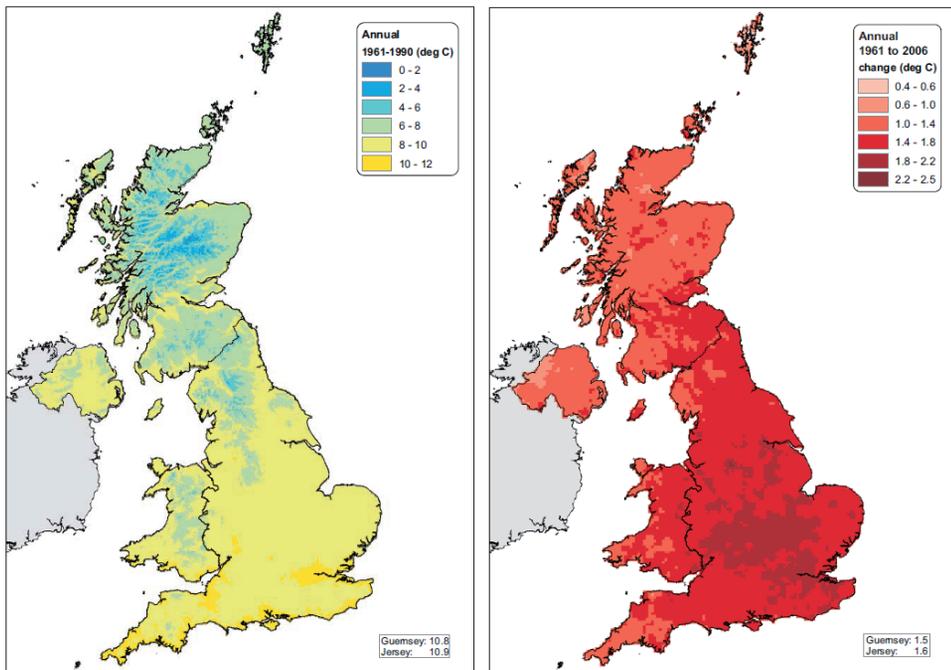
[그림 2]는 미국 국가기후센터가 북아메리카 극한기후의 감시를 위해 제공하는 서리일수(일최저기온이 0°C 이하인 날의 빈도)에 대한 정보를 보여준다. 공간적으로 점층적 심볼 지도가 제공되고, 지점별 변화경향도 파악할 수 있다. 이와 같은 내용은 정확한 기후지수의 정의와 함께 제공되어 이해도를 높인다. [그림 3]은 오스트레일리아 기상청이 제공하는 극한기후지수 중 무더운 날의 빈도와 변화경향을 보여준다. 원자료를 다

운로드할 수 있는 기능과 통계적으로 이동평균 기간을 조절할 수 있는 기능이 제공된다. 온난일의 분포는 점층적 심볼 지도를 이용하여 증가하는 지점과 감소하는 지점을 원의 크기와 색상으로 구분하여 가독성을 높였다([그림 4]).

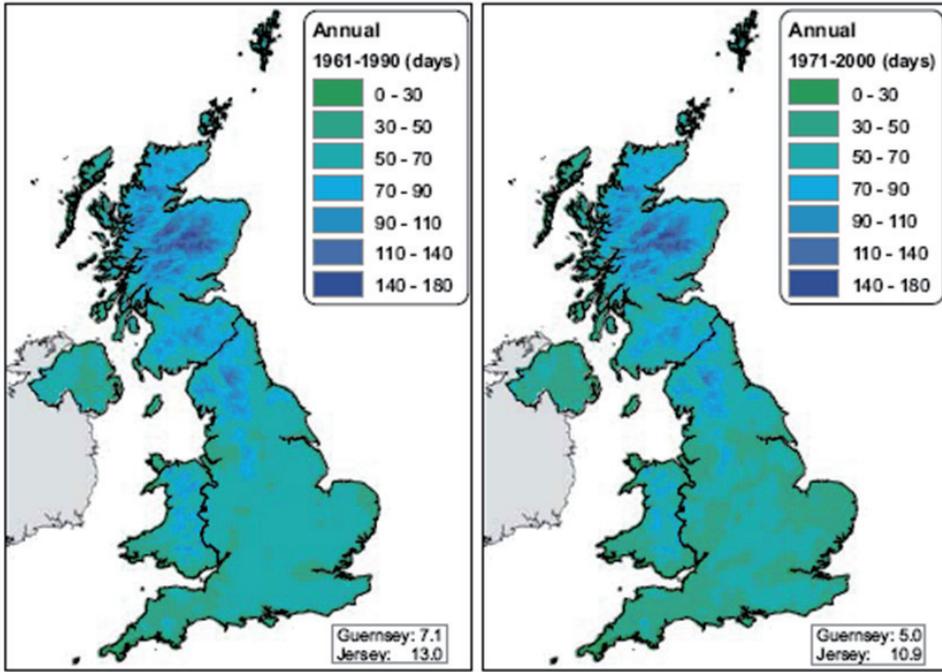
영국의 경우에도 [그림 5~8]에서 제시된 것과 같이 UK Climate Impacts Programme에서 다양한 기후요소와 기후지수의 공간분포, 장기적 변동 및 미래전망을 한 번에 볼 수 있는 간행물을 발간하였다(Jenkins et al., 2008). 지도 및 그래프와 함께 정보의 이해를 도울 수 있는 분석을 제공하여 활용도를 높일 수 있게 하였다.



[그림 4] 오스트레일리아 기상청이 제공하는 지점별 온난일(warm day)의 변화 공간분포(<http://www.bom.gov.au>)



[그림 5] 영국 UKCIP가 제공하는 연평균기온 공간분포 및 변화경향(Jenkins et al., 2008)



[그림 6] 영국 UKCIP가 제공하는 연서리일수(일최저기온이 0°C 미만인 일수) 공간분포(Jenkins et al., 2008)

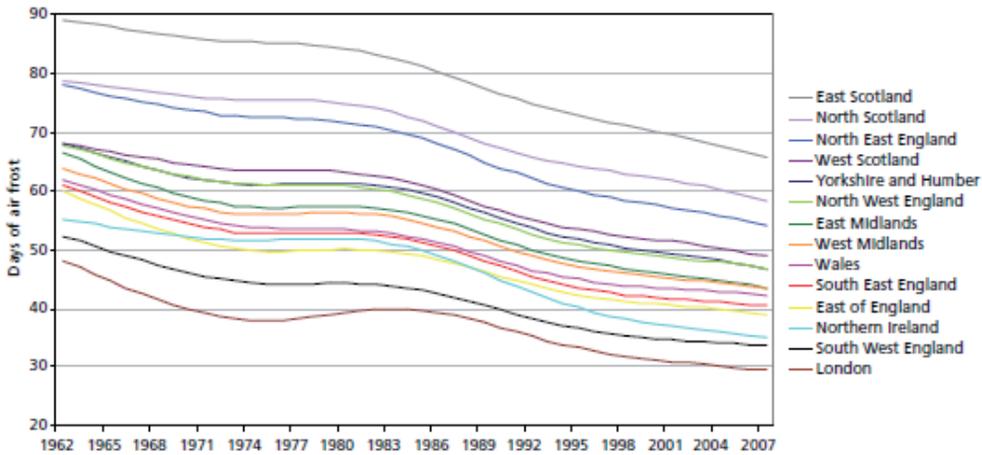
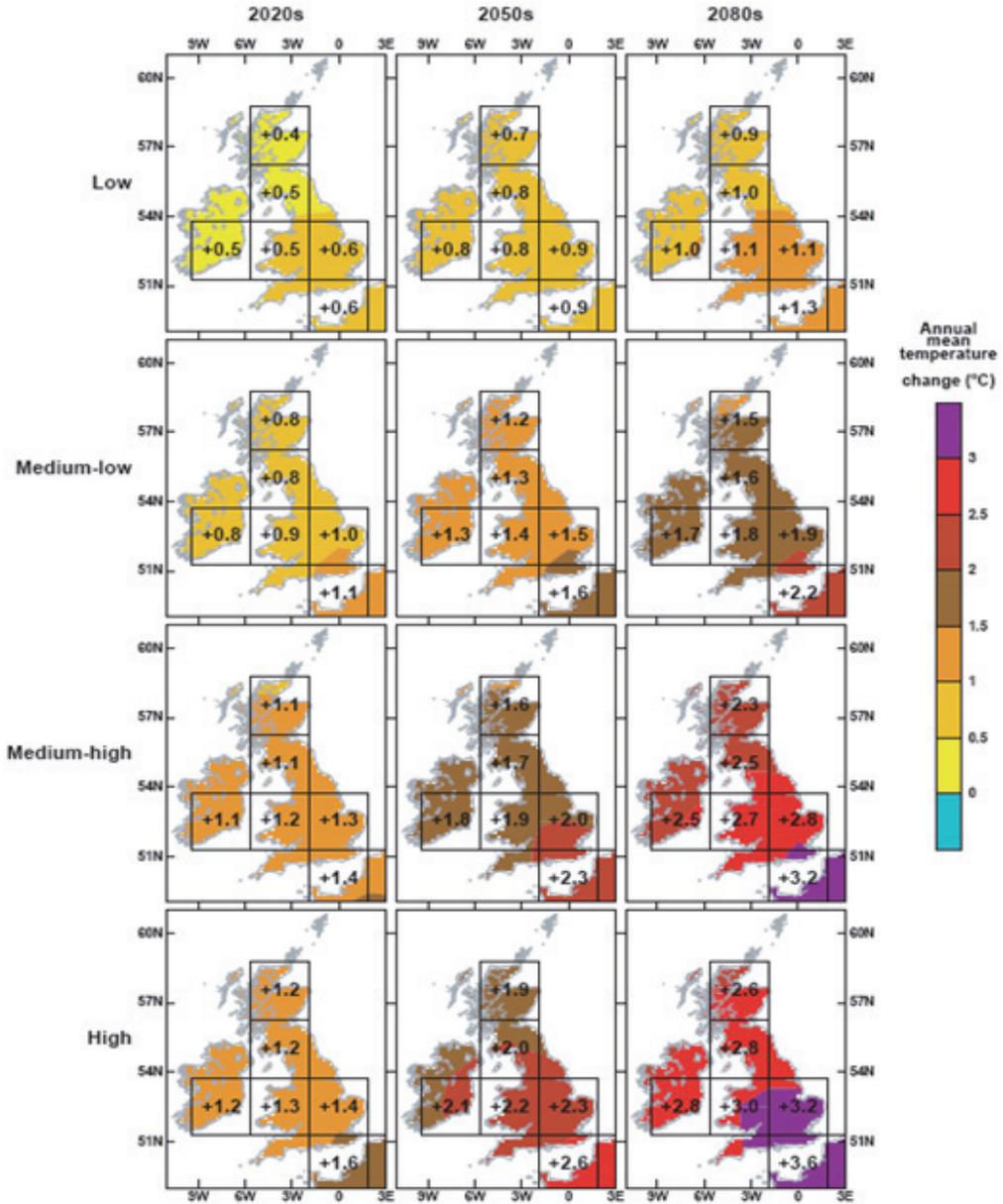


Figure 2.32: Filtered annual days of air frost by area, 1961/62 - 2006/07

[그림 7] 영국 UKCIP가 제공하는 지역별 서리일수(일최저기온이 0°C 미만인 일수)의 시계열변화(Jenkins et al., 2008)



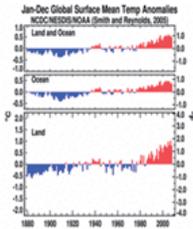
[그림 8] 영국 UKCIP가 제공하는 다양한 시나리오별 연평균기온 미래 전망(Jenkins et al., 2008)



The Climate of 2008 (US and Global Climate Perspectives)

Climate Monitoring Branch

National Climatic Data Center, Asheville, NC
15 January 2009



- Global Surface Temperature Anomalies
- Monthly Reports
- Climate at a Glance
- Climate Impact Indicators
- Weekly Reports
- Special Reports
- Climatic Extremes, Weather Events
- Climate of 2008 (Reports)

U.S. National Overview January 2008

National Climatic Data Center
Asheville, North Carolina
Updated 12 February 2008

Global Analysis / Global Hazards / United States / U.S. Drought / Extremes

National Overview:

Temperature Highlights

- For the contiguous United States, the average temperature for January was 30.5°F (-0.8°C), which was 0.3°F (0.2°C) below the 20th century mean and ranked as the 49th coolest January on record, based on preliminary data.
- Temperatures across much of the western U.S. were below normal, with near-normal temperatures across the Midwest, South, and Southeast regions. In contrast to the rest of the country, temperatures were above normal in the Northeast, which had its 20th warmest January on record.

Precipitation Highlights

- This was the 50th driest January in the 1895–2008 record. An average of 2.21 inches (56.1 mm) fell across the Contiguous U.S. this month, which is 0.01 inches (0.3 mm) below average.
- Although the majority of the northern Great Plains experienced much below normal precipitation during January, the deficits were generally less than half an inch, with the exception of Minnesota, which had 0.54 inches (14 mm) less precipitation than normal. In contrast, Michigan received an inch above normal precipitation for the month, tying it for the 11th wettest January on record.
- According to the U.S. Drought Monitor, 26% of the U.S. was in moderate to exceptional drought. Much of the drought was concentrated in the Western part of the U.S., with the most extreme and exceptional drought in the Southeast U.S. As of January 29, 73% of the Southeast remained in moderate to exceptional drought, and 39% of the Southeast was in extreme or exceptional drought.

[그림 9] 미국 NOAA가 제공하는 2008년 기후보고서(<http://www.ncdc.noaa.gov>)

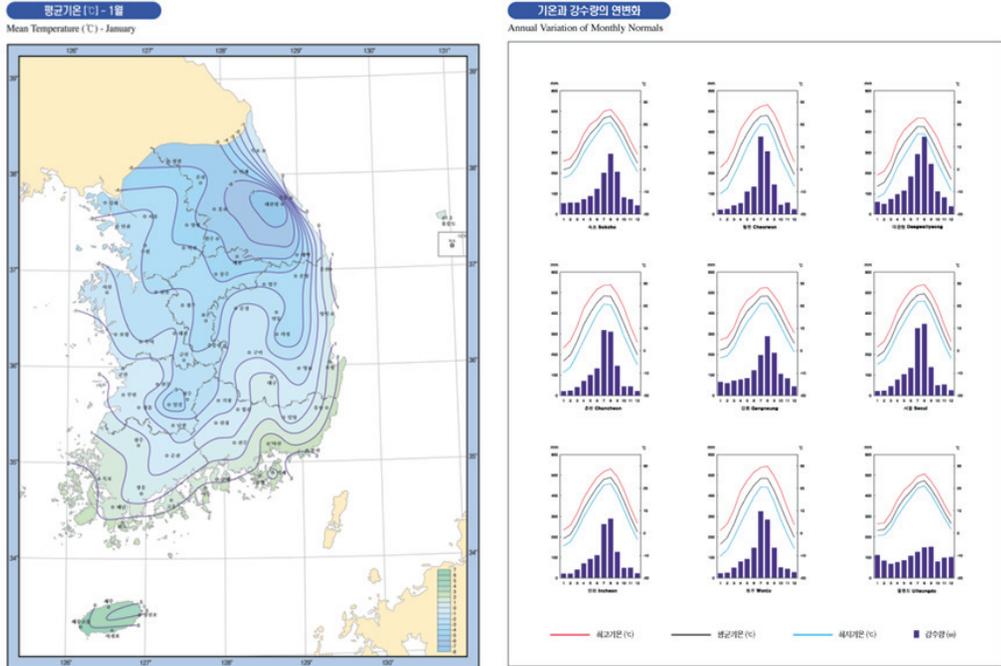
미국의 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)는 매년 월별로 그 당시의 전구, 미국, 지역별 기후현황을 웹상에서 제공한 내용을 연간 보고서로 작성하여(그림 9), 그 다음해 9월 미국기상학회지(Bulletin of American Meteorological Society)에 게재한다. 전구 기후현황, 엘니뇨/라니냐, 월별 기후 및 재해분석, 다양한 기후지수의 분포 및 시계열변화, 극한기후사상에 대한 분석이 상세하게 제공된다.

III. 국내 현황

우리나라 기상청도 웹사이트와 간행물을 통하여 다양한 기후정보를 제공한다. 2001년에 1971~2000년 기후평년값을 이용한 「한국기후도」와 「한국기후표」가

발간되었다(기상청, 2001 a, b). 「한국기후도」는 기후요소(기온, 강수량, 적설 외 6개 요소) 및 현상일수(연맑음일수, 연흐림일수 외 10개 요소)와 계절값(서리의 첫날과 마지막날 외 8개 요소)의 분포를 지도(총 188개)로 제공하였다(그림 10). 또한 기온과 강수량의 연변화 및 경년변화, 바람장미를 도표를 통해 제시하였다. 하지만 분석 및 해석이 제시되지 않아서 기후관련 전문가가 아닌 경우 활용에 어려움이 있다. 「한국기후표」는 기후요소(연, 월, 계절, 일 평년값)와 현상일수를 텍스트로만 제공한다. 매월 발간되는 기상월보와 매년 발간되는 기상연보도 텍스트 형태의 기후정보와 기상개황을 제공한다.

기상청이 발간한 “2008년 기상자료 특성 분석(기상청, 2009)”도 막대와 선그래프로만 정보가 나열되고 분석이 부족하여 다양한 분야에서의 활용이 어렵다.



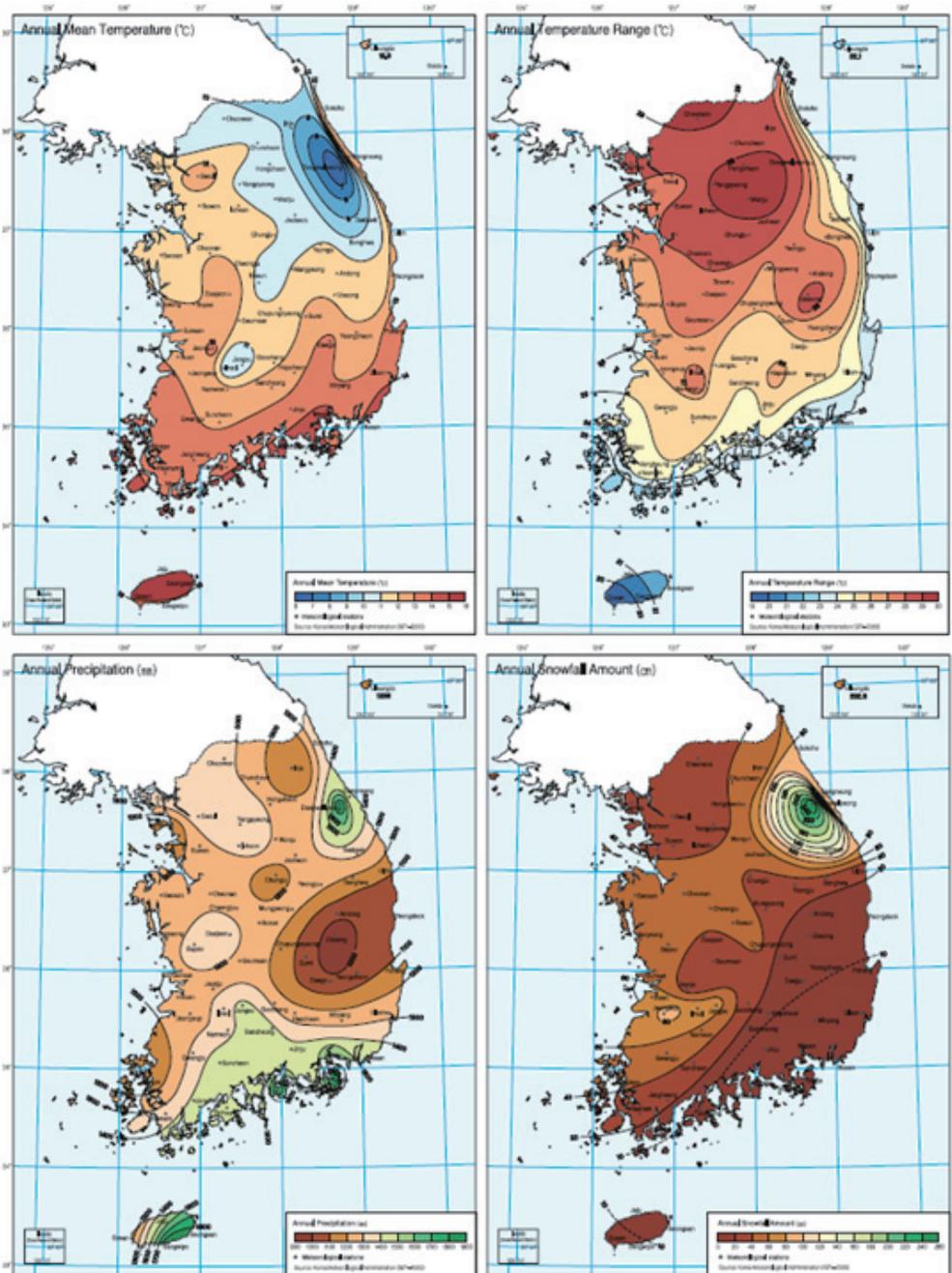
[그림 10] 기상청이 제공하는 한국기후도의 예: 평균기온 분포, 지점별 기온 및 강수량의 연변화(기상청, 2001b)

통계적으로 유용한 정보들이 제공되지만 의미를 파악하는 것은 어렵다.

2009년에 국토해양부에서 영어로 발간한 「국가지도집」은 대한민국 표준 베이스맵을 이용하여 우리나라 경제, 사회, 인구, 자연 등의 전반적인 특성을 지도로 제작한 것이다. 자연 중 일부로 기후가 다루어져 기후요소 및 현상일수 등 기후지도(총 28개)를 분석과 함께 제공하였다(그림 11). 특히 디자인과 레이아웃 등 지도학적 특성을 상세히 고려하여 제작되었다. 하지만 등치선 지도를 제작할 때 수작업으로 주관적인 내삽법을 사용하여 자동화나 자료변형의 어려움을 극복하지 못하였다.

IV. 기후정보의 활용 증대 방안

웹상에서 기후정보가 제공될 때는 신속하게 새로운 정보를 갱신할 수 있기 때문에 되도록 많은 정보를 제공하는 것이 바람직하다. 하지만 간행물로 발간될 경우에는 항목의 활용도를 고려하여 신중하게 분량이 선정되어야 한다. 표 1에 제시된 것은 기후정보의 활용도를 높이기 위해서 필수적으로 제공되어야 할 기후요소와 기후지수를 제안한 것이다. 기온, 강수량을 포함하여 중요한 기후요소와 기후지수는 특성에 따라 연평균이나 연누적값으로 표시하여 기본적인 기후값과 분포패턴을 제시해야 한다. 예를 들어, 기온은 연평균값을 사용하고, 강수량이나 열대야일수, 난방도일 등은



[그림 11] 국토해양부 국가지도집에 제공된 기후지도의 예:
 연평균기온, 연교차, 연강수량, 연신적설량(국토해양부, 2009)

연누적값을 사용한다. 또한 차별화된 정보를 제공할 수 있는 시간단위를 선정하여 제시한다. 예를 들어, 기온의 경우에는 최한월과 최난월, 계절별로 평균장을 표시하는 것이 적절하고, 강수의 경우에는 가장 강수량이 많은 월이나 적은 월보다는 겨울과 여름으로 표시하는 것이 적절하다.

기후요소의 단순 평균값이나 누적값 뿐만 아니라, 농업, 보건, 도시계획, 수자원, 생태계 등 다양한 분야에서 활용 가능한 기후지수를 제공해야 한다. 예를 들

어, 난방도일이나 냉방도일, 열대야일수, 열대일수는 여름철 평균기온보다는 에너지 수급 관리에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 수자원이나 도시계획에서도 연강수량과 함께 일최대강수량, 호우일수 등이 유용한 정보이다. 또한 기후정보의 효율적 제공을 위해 우리나라에 적합한 극한기후지수를 개발해야 한다. 농업, 수자원, 생태계 등의 분야는 기후요소의 평균 상태뿐만 아니라 극한기후사상의 영향을 많이 받는다. 따라서 농업에서는 재배 지역에 적합한 작물 선정 기준에 활용될 수 있으며, 수자원의 경우 입출량 조절의 수자

[표 1] 활용도를 높이기 위해 필요한 기후정보의 예

구분		항목	
지리특성		세계기후지역구분도, 동아시아 지도, 우리나라 위성사진, 우리나라 지형도, 우리나라 식생분포도, 기상관측망의 위치, 주요 관측지점의 climograph	
기후요소	기온	연평균, 봄평균, 여름평균, 가을평균, 겨울평균, 최난월평균(8월), 최한월평균(1월), 여름최고평균, 겨울최저평균, 최고 최고온도, 최저 최저온도	
	강수량	연, 봄, 여름, 가을, 겨울, 최대강수량, 적설량	
	바람	연, 봄, 여름, 가을, 겨울 바람장미, 최대 풍속	
	기타	일조량, 상대습도, 운량	
기후지수	기후요소별	고온	열대일수, 열대야일수, 난방도일, 최대열파지속기간, 온난야율, 온난일, 온난야
		저온	결빙일수, 서리일수, 혹한일수, 냉방도일, 한냉야, 한냉일
		강수과잉	1, 3, 5일 최대강수량, 일강수량 10, 20mm 이상일수, 일강수량 50, 80, 100, 150mm 호우일수
		강수부족	최대무강수지속기간
		돌풍	강풍일수
	그 외	강수일수, 안개일수, 연맑음일수, 연흐림일수, 적설일수, 대설일수, 황사일수	
	분야별	농업	식물성장가능기간, 서리일수, 결빙일수, 최대강수량, 최대무강수지속기간, 초상일수, 종상일수, 강풍일수, 강우강도, 호우일수
		수자원	최대무강수지속기간, 연강수량, 호우일수, 강수일수
		에너지	난방도일, 냉방도일, 최대무강수지속기간, 최대열파지속기간
		도시계획	난방도일, 냉방도일, 결빙일수, 혹한일수, 강우강도, 호우일수, 적설량, 적설일수, 강수일수
기후변화	경향	기후요소	연 및 계절평균기온, 연 및 계절강수량
		기후지수	결빙일수, 서리일수 등
	전망	기후요소	연 및 계절평균기온, 연 및 계절강수량
		기후지수	결빙일수, 서리일수 등

원 관리에, 생태계는 극한기후에 취약한 종의 선정 및 생태계 변화 연구에 기초자료로 활용될 수 있는 지수의 개발이 필요하다. 또한 극한기후지수의 지도는 각 분야에서 기후변화에 취약한 지역의 재해 대응에 활용될 수 있다.

미래기후에 대한 전망은 다양한 분야의 장기계획에 필수적이다. 한반도 미래기후의 전망에 대한 부분은 국립기상연구소에서 생산한 시나리오 자료를 이용하여 2030년대, 2060년대, 2090년대 기온(연평균, 계절 평균), 강수량(연, 계절)의 변화 규모를 제공하는 것이 바람직하다. 가능하면 기후지수도 동일한 방법으로 제공한다.

기후정보의 활용도를 높이기 위해서는 단순 텍스트보다는 공간 패턴과 분포를 보여줄 수 있는 지도가 효율적이다. 또한 지도 작성에 사용된 자료의 유형, 산출방법, 의미 등이 함께 제공되면 활용도를 높일 수 있다.

지금까지 자료의 유형에 상관없이 등치선으로 제공되던 지도를 단계구분도, 도형도 등을 이용하여 가독성을 높이고, 2009년 국토해양부가 발간한 국가지도집을 활용하여 지도의 레이아웃과 색채를 개선해야 한다. 단계구분도를 사용하면 현재 지점별로 제공되는 기후정보를 행정구역별로 제공할 수 있게 된다. 지점이나 등치선으로 표시되던 정보를 면적자료로 바꾸면 지도제작의 자동화에도 기여할 수 있다.

참고문헌

- 국토해양부, 2009, 대한민국 국가지도집, 서울.
- 기상청, 2001a, 한국기후표, 기상청, 서울.
- _____, 2001b, 한국기후도, 기상청, 서울.
- _____, 2009, 2008년 기상자료 특성 분석, 기술노트 2009-1 자료관리서비스팀.
- Frich, P., Alexander, L. V., Della Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A. M. G., and Peterson, T. C., 2002, Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century, *Climate Research*, 19(3), 193-212.
- Jenkins, G. J., Perry, M. C., and Prior, M. J., 2008, The climate of the United Kingdom and recent trends, Met Office Hadley Centre, Exeter, UK.
- Michna, P. and Schuepbach, E., 2003, Changes in temperature extreme indices in Switzerland 1958-2000, STARDEX Deliverable D9 - Contribution from UNIBE, 1-9.
- <http://www.ncdc.noaa.gov>
- <http://www.bom.gov.au>

국가기후자료센터의 역할

임 용 한

기상청 기상자원과장
yhleem@korea.kr

1. 서 론

기후는 인간 사회를 지배해왔다. 선천적 체질은 물론이며 살아가는 동안의 생활양식도 기후의 영향이 절대적이다. 적도 부근의 국가와 온대 지역 국가간의 사회, 경제 등 제반 문화의 차이는 기후가 우리 삶에 얼마나 큰 영향을 미치는가를 잘 보여주고 있다.

과학기술이 발달하면서 기후에 적응하는 인간의 대처 능력도 한층 높아졌다. 이러한 대처능력 향상은 그동안 축적된 기후자료들을 정확히 분석하고 이를 과학적으로 활용한 결과로 볼 수 있다. 이렇게 볼 때, 기상 정보 수준은 그 나라의 국력을 가늠하는 척도라 할 수 있다. 또한, 기상정보의 원천이 되는 기후자료는 국가 발전에 필요한 소중한 자원이기도 하다.

일찍부터 기후자료의 중요성을 인식한 미국과 독일 등 선진국들은 기온, 강수량 같은 기본적인 기상자료는 물론 온실기체, 에어로솔 등 다양한 형태의 자료를 관리하는 기후자료센터를 설치해 운영해 왔다. 특히, 미국은 금년 2월, 국가기후자료센터를 중심으로 한 기후청을 별도로 설립해 기후서비스를 더욱 강화하고 있다.

우리나라도 이러한 기후자료의 원천이 되는 관측시설이 급증하고 있다. 기상청 외에도 29개 기관에서 자체적으로 3,600여소에 기상관측시설을 설치 운영하고 있는 것으로 조사되고 있다. 이러한 양적 성장은 바람직한 현상이지만, 대부분의 자료가 한정적으로 이용되며 비효율적으로 관리해왔다는데 문제가 있다. 여기에서는 현재 기후정보 서비스 현황과 기상관측자료 현황을 소개하는 한편, 산재된 기후자료를 통합관리

하고 국가적으로 공동 활용하기 위한 국가기후자료센터 설립 방안을 제시하고자 한다.

II. 기후자료와 서비스 현황

1. 기후정보 서비스 현황

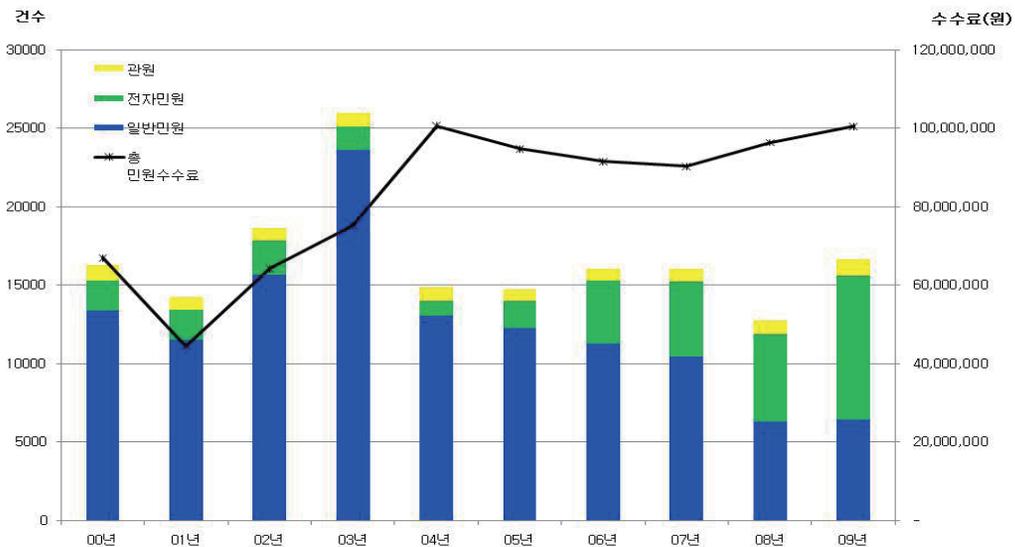
기상자료는 지상과 고층관측자료를 비롯해 기상위성, 레이더, 수치예보모델 등으로 전산처리 된 것이 대부분이며, 기상청 방문 및 홈페이지 전자민원을 통해서 제공되고 있다.

최근 10년간 연평균 16,000건의 기상자료 요청이 있었고, 태풍 루사와 매미가 내습했던 2002년과 2003년에는 가장 많은 2만여건 안팎의 자료가 되었다 (그림 1). 이렇게 볼 때, 기상자료 수요는 기상재해와

밀접한 관련이 있으며 보험, 법률, 건축, 환경, 학술 연구 등 다양한 분야에서 활용되는 것으로 분석된다.

또한, IT기술이 발달함에 따라 2005년 12%에 불과했던 전자민원이 2009년에는 59%까지 증가했다. 특히, 본격적인 온라인 서비스가 실시된 2006년부터 인터넷 신청률이 급격히 높아지고 있다.

이에 기상청은 2007년에 전자민원과 일반민원을 통합한 기상자료제공 민원시스템을 자동화해 민원서비스의 효율성을 높였다. 2008년에는 공동협력기관측 민원서비스를 통해 기상청 이외의 기관에서 관측된 기상자료를 일부 제공하기 시작했다. 2009년에는 전자민원의 기능을 더욱 고도화하여 정부통합전자민원 창구인 G4C와 연계하며, 웹표준화와 이용자 접근성을 강화시켰다.



[그림 1] 연도별 기상민원자료 제공 현황



[그림 2] 국가기상관측자료 운영체계

2010년에는 전자민원 서비스를 다양화하고 대용량 자료 제공 수수료를 합리적으로 조정했다. 특히, 학술연구목적으로 자료를 이용하고자 하는 사립학교에도 무상으로 기상자료를 제공하는 등 민원 수수료 체계를 대폭 개선했다.

2. 기후정보 통합관리와 공동활용

1) 기후정보 통합관리 현황과 계획

서론에서 밝혔듯 기상청 외에도 환경부를 비롯한 중앙행정기관과 공기업, 지방자치단체 등 여러 기관에서 기상관측시설을 운영하고 있다. 여기에서 생산된 자료는 강수량과 수위, 항공, 해양, 대기오염, 낙뢰 등으로 3,642개 지점에서 관측된 자료가 실시간으로 수집되고 있다.

이 자료들은 기상관측표준화법에 의거하여 관측시설과 관측방법이 표준화된 국가기상관측자료로 공공의 목적으로 이용되고 있다. 하지만, 자료의 상당부분이 전문적인 기상관측기술과 노하우를 갖고 있는 기상청의 자료와 비교해볼 때, 신뢰도가 떨어져 그대로 활용하기 어려운 실정이다. 여기에서, 산재된 자료의 수집 체계가 미흡해 보완이 필요했다.

이에 기상청은 다양한 기관에서 생산된 자료가 통합된 국가기후자료로 전환되도록 수집처리, 통합관리 등을 포함한 국가기상관측자료 공동활용시스템을 운영하고 있다(그림 2). 또한, [그림 3]과 같이 표준화된 관측자료의 신뢰도를 높이기 위해 관측된 자료의 품질검사(QC)를 동시에 추진해왔다.

2007년에는 농촌진흥청과 경기도청에서 운영하는



[그림 3] 국가기상관측자료 품질관리 추진실적

150개 AWS, 2008년에는 한국수자원공사와 서울시, 국립공원관리공단 등 236개소의 기상관측지점에서 생산된 자료에 대한 품질관리체계를 구축했다.

2009년에는 국가기상관측자료 표준화 및 공동활용체계 구축사업을 본격적으로 추진하여 기상관측자료를 생산하는 27개 기관의 자료를 분석하고, 6개 기관을 대상으로 통합품질관리시스템을 구축하는 한편, 관측자료의 품질 인증제 방안에 관한 기획연구를 실시했다. 2010년에는 서울시를 비롯한 지자체를 중심으로 공동활용 대상기관 10곳을 선정하여 관측자료 모니터링을 포함한 품질통계 분석시스템과 품질등급 관리시스템을 운영하거나 도입을 추진 중에 있다.

또한, 2008년 25%, 2009년 50%였던 국가기상관측자료의 품질관리율을 2010년에는 60%까지 높이고, 2011년에는 80%, 2012년에는 100%까지 올려 모든 국가기상관측자료가 공동활용되도록 추진하고 있다. 특히, 2011년에는 관측자료의 품질인증제를 본격적

으로 시행하고 지능형 원격감시시스템을 도입해 기상자료의 품질을 더욱 개선시키고, 2012년에는 WMO 품질인증(QMF)에 참여할 계획이다.

2) 품질인증제

품질인증제는 기상청에서 제정한 규격과 요구사항에 맞게 기상자료가 생산되고 있는가를 인증기관에서 정해진 심사절차와 기준에 따라 평가하고 품질을 인증해주는 제도이다.

품질인증제는 산재된 기관에서 생산된 관측자료의 신뢰도를 보증하고, 지속적으로 품질개선을 유도하는데 목적이 있다. 이 제도를 통해 기상자료가 객관적 정보로 인정받게 되면, 과거와 현재의 자료가 연속성을 확보하게 되고, 타기관이나 개인의 자료 이용도가 높아지고 중복투자를 막는 효과가 있다.

품질인증제는 기상자료의 공동활용기관 전체를 대상

으로 하며 자발적인 신청에 의해 이뤄진다. 품질인증 범위는 검교정을 포함한 관측환경의 실질적 유지관리 상태, 데이터의 품질등급 수준 등을 평가한다.

III. 국가기후자료센터 설립

1. 설립 필요성

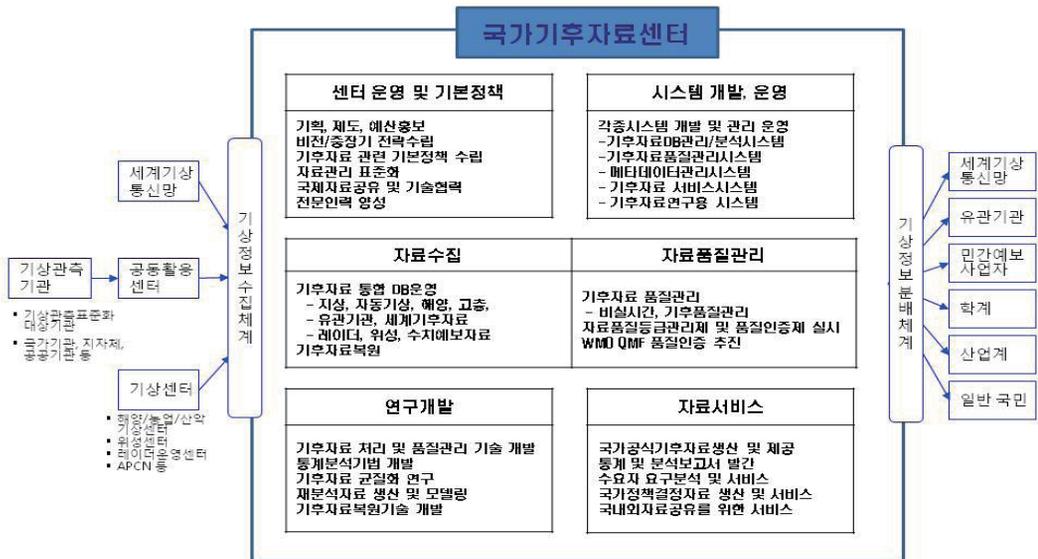
지구온난화가 전 지구적인 관심사가 되고, 기상재해가 급증함에 따라 기상정보와 기후자료의 중요성이 높아지고 있다. 최근에는 녹색성장이 국가의 주요 이슈로 부각되면서, 이에 대한 연구활동과 정책결정에 필요한 고품질의 기후정보에 대한 수요도 커지고 있다.

기상정보의 활용범위가 다양해지면서 농업, 에너지,

수송 등 경제, 산업, 사회 각 분야의 연구활동과 의사 결정에도 기후정보는 필수적이다. 또한, 실제 활용되는 기상자료도 과거 기초적 수준에서 2차 가공된 형태로 변하고 있다. 이러한 요구에 부응하려면, 자료의 활용도를 높일 수 있는 다양한 응용자료를 개발해야 한다.

하지만, 아직까지 기상자료가 관측시점부터 최종 통계 단계까지 일관성이 있게 통합되지 못하고 있고, 대용량 자료에 대한 서비스 체계도 부족한 형편이다. 이로 인해, 기상자원이 제대로 활용되지 못하고 있고, 다양한 수요에도 부응하지 못하고 있다.

이러한 결과는 현재 기후자료 관리와 서비스 시스템에 한계가 있기 때문이다. 따라서, 전문화된 기상자료 분석과 사용자 요구에 대한 체계적 대응, 자료의 보존과



[그림 4] 국가기후자료센터의 역할

발전적 활용방안을 모색해야한다.

이에 기상청은 현재까지 도출된 문제점을 보완하고 선진화된 기후정보 제공을 위한 국가기후자료센터 설립을 준비하고 있다.

2. 국가기후자료센터의 역할

국가기후자료센터의 역할은 양질의 기후자료를 수집·보존하고, 이를 기반으로한 수요자의 다양한 요구사항을 반영한 기후자료 서비스를 제공하는데 있다([그림 4]).

향상된 기후자료 서비스 제공에는 양질의 다양한 기상자료 수집이 우선이다. 이에, 기상관측을 시행하는 국가기관과 지자체, 공공기관 등 기상관측표준화 대상 기관과 기상자료 공동활용체계를 관리하고, 국외기상자료와 응용기상정보를 수집하는 역할을 하게 된다.

다음으로 다양한 경로를 통해 수집된 자료를 효율적으로 활용하기 위한 기후자료 DB관리와 분석, 메타데이터관리, 기후자료 품질관리 등 각종 시스템 개발과 운영을 담당하게 된다. 또한, 국내외 기후자료의 수집과 복원, 품질등급관리제와 품질인증제 등의 기후자료 품질 개선업무를 수행하게 된다.

기상자료의 가치를 높이기 위한 연구와 서비스의 질을 개선하는 것도 국가기후자료센터의 중요한 임무다. 기후자료 처리와 품질관리 기술개발, 통계분석 기법과 기후자료 복원 기술 개발 등 연구개발 분야와 기후자료의 공유, 고품질 통계자료 발간, 수요자의 요구분

석 등 서비스 개선은 기후자료 이용자의 만족도를 더욱 높여줄 것이다.

3. 기후자료 서비스 개선

1) 기상·기후 상세응용서비스 제공

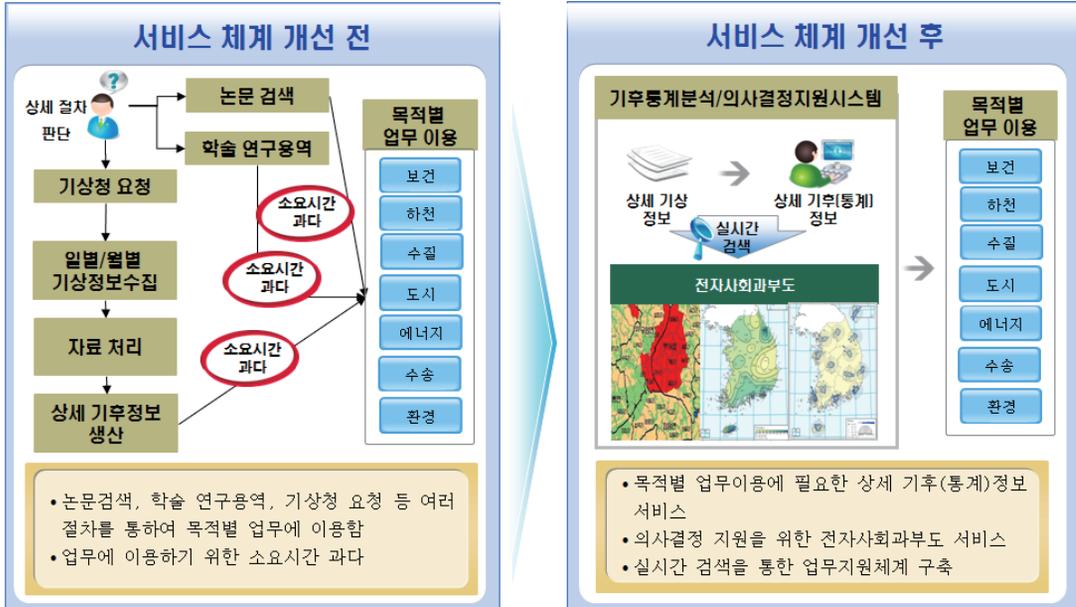
현재 기상청을 통해 제공되는 기후정보는 농림, 생태, 산림, 보건환경 등 학술연구와 경제산업, 사회 각 분야 의사결정 과정의 통계자료로 활용되고 있다. 이렇게 대부분의 자료가 이용자의 목적에 따라 타자료와 결합된 형태로 활용되고 있기 때문에, 실제 업무에 적용되는 데는 많은 시간이 소요된다.

따라서, [그림 5]와 같이 보다 나은 서비스를 위해서는 기후자료가 실제로 사용되는 용도를 세밀하게 분석하고, 이에 적합한 일체형 서비스 제공이 필요하다. 국가기후자료센터의 연구기능을 강화해 가공된 형태의 발전적 모델을 제시한다면 기후자료의 활용도를 높이고, 이중적으로 소비되는 시간적 낭비를 줄이는 효과가 있을 것으로 기대된다.

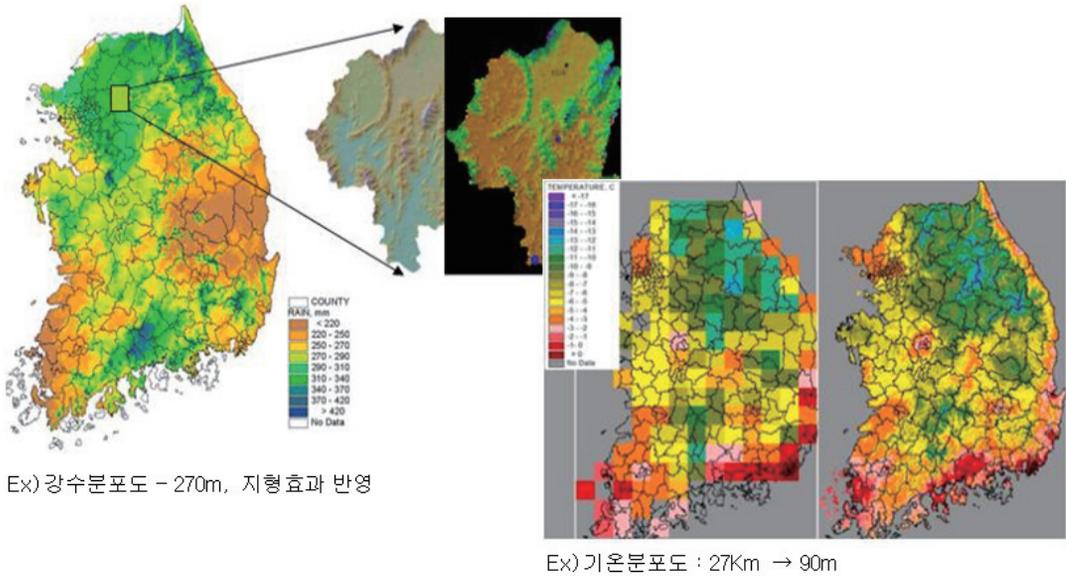
특히, 첨단 IT기술을 이용해 GIS와 연동된 상세 전자 기후도를 제작하고, 이를 응용한 소기후모형과 축소 기술 등을 구현함으로써 농업, 산림 등을 비롯한 다양한 분야에 제공할 계획이다([그림 6]).

2) 기후자료 서비스 개선

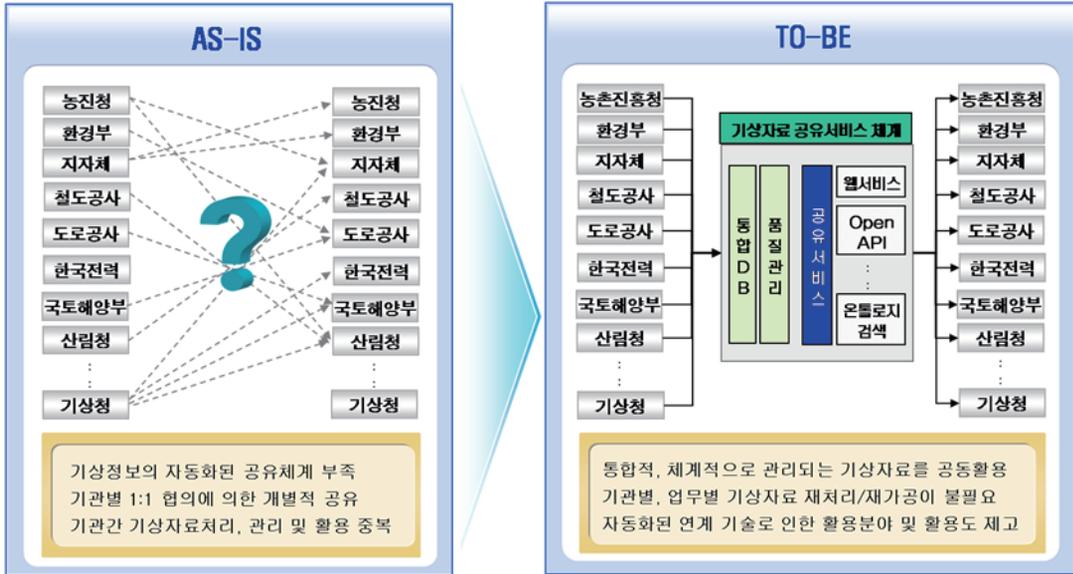
현재 기후자료 서비스는 기후자료시스템을 보유한 기상청에서 일괄적으로 제공되고 있다. 자료의 통합관리



[그림 5] 기후자료서비스 개선 방향



[그림 6] 상세기후지도(농림, 산림 등 분야)



[그림 7] 기후자료 공동활용 및 공유서비스 체계

라는 측면에서 현실적인 유일한 대안이지만, 인력과 시스템 자원의 부족으로 인해 증가하는 기후자료 수요에 부응하지 못하고 있다는 지적도 있다.

국가기후자료센터 설립에 의한 통합적이며 체계적으로 운영되는 기후자료 관리시스템은 기후자료는 물론 서비스 시스템을 공동으로 활용할 수 있게 된다(그림 7). 이에 따라, 자료의 취득이 간편해지고, 재처리, 재가공의 단계를 거치지 않아도 되는 이점이 있다. 또한, 기후자료 서비스 체계를 다양화하여 이 분야의 산업 활동이 증가할 것으로 기대된다.

3) 쌍방향 실시간 기후분석 정보 제공

현재 기후자료 서비스는 실시간 분석자료 제공시스템이 갖춰져 있지 않기 때문에 과거 기후자료에 대한 비

실시간 분석자료가 대부분이다. 이에 따라, 개별적으로 제공되는 자료를 제외하면 보도자료의 형태로 일반적인 내용이 전달되어지고 있어, 전문적인 정보를 원하는 수요자의 요구에 부응하지 못하고 있다.

국가기후자료센터의 실시간 자료 수집체계와 분석 시스템은 수시로 기상정보를 모니터링하고 개선된 서비스를 발굴함으로써 고객과의 쌍방향 서비스가 가능해진다.

IV. 맺음말

국가기후자료센터 설립은 급증하는 기후자료의 수요에 가장 효과적으로 대처하는 가장 확실한 대안이다. 이로 인한 고품질 기후정보 서비스 증진 효과와 경제

산업, 학술분야 활동의 효율화, 기상산업 일자리 창출 등의 효과가 예상된다.

대내적으로는 기상관측자료의 품질관리가 더욱 전문화되면서 기후자료 생산과 서비스의 신동력을 얻는 효과가 있다. 기후변화에 대한 신뢰성 있는 연구와 정책

수행이 가능해지고, 국내외 기후자료 공유체계 마련을 통해 국제사회에도 기여할 것이다. 무엇보다 국가기후자료의 체계적 통합관리로 국가기관의 기능이 더욱 효율화되고 중복 투자를 방지함으로써 국가적인 예산의 절감도 기대된다.

기상기술정책지 발간 목록

창간호, 제1권 제1호(통권 창간호), 2008년 3월

칼 럼	·기후변화 대응을 위한 기상청의 역할	권원태	3-11
정책초점	·기후변화감시 발전 방향	김진석	12-18
	·미국의 기상위성 개발현황과 향후전망	안명환	19-38
	·기상산업의 위상과 성장가능성	김준모	39-45
	·최적 일사 관측망 구축방안	이규태	46-57
	·국가기상기술로드맵 수립의 배경과 의의	김백조, 김경립	58-61
논 단	·A New Generation of Heat Health Warning Systems for Seoul and Other Major Korean Cities	L.S. Kalkstein, S.C. Sheridan, Y.C.Au	62-68
해외기술동향	·프랑스의 에어로솔 기후효과 관측 기술	김상우	69-79
	·일본의 우주기상 기술	김지영, 신승숙	80-84

기상산업의 현황과 전략, 제1권 제2호(통권 제2호), 2008년 6월

칼 럼	·기후변화시대, 기상산업 발전상	봉종현	1-3
정책초점	·기상산업의 중요성과 전략적 위치	이중우	5-13
	·기후변화가 산업에 미치는 경제적 영향과 적응대책	한기주	14-22
	·기후경제학의 대두와 대응 전략	임상수	23-33
	·기후변화와 신재생에너지 산업	구영덕	34-45
	·기상산업 육성을 위한 정책대안 모색	김준모, 이기식	46-54
	·미국 남동부의 응용기상산업 현황	임영권	55-64
	·최근 황사의 특성 및 산업에 미치는 영향	김지영	65-70
논 단	·A brief introduction to the European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST)	Radan Huth	71-81
	·우주환경의 현황과 전망	안병호	82-92
해외기술동향	·유럽의 기후변화 시나리오 불확실성 평가 : EU(유럽연합) 기후변화 프로젝트를 중심으로	임은순	93-103
	·미국 NOAA의 지구 감시 현황	전영신	104-107

항공기 관측과 활용, 제1권 제3호(통권 제3호), 2008년 9월

칼 럼	·기상 관측 · 연구용 항공기 도입과 활용	정순갑	1-4
정책초점	·무인항공기 개발 현황 및 응용 방안	오수훈, 구삼옥	6-18
	·해외 기상관측용 항공기 운영 및 활용 실태	김금란, 장기호	19-34
	·항공기를 이용한 대기물리 관측 체계 수립 방안	오성남	35-45
	·효과적인 항공기 유지 관리 방안	김영철	46-56
	·공군에서의 항공관측 현황과 전망	김종석	57-66
	·항공기를 이용한 대기환경 감시	김정수	67-74
	·항공/위성 정보를 활용한 재해 피해 조사	최우정, 심재현	75-84
논 단	·유/무인항공기를 이용한 기후변화 감시	윤순창, 김지영	85-93
해외기술동향	·미국의 첨단 기상관측 항공기(HIAPER) 운영 현황	김지영, 박소연	94-99
	·미국의 탄소 추적자 시스템 개발 현황 및 전략	조천호	100-108
	·미국의 우주기상 예보와 발전 방향	곽영실	109-117
뉴스 포커스	·한국, IPCC 부의장국에 진출	허은	118-119

기상기술정책지 발간 목록

전지구관측시스템 구축과 활용, 제1권 제4호(통권 제4호), 2008년 12월

칼 럼	· 전지구관측시스템(GEOSS) 구축과 이행의 중요성	정순갑	1-4
정책초점	· GEO/GEOSS 현황과 추진 계획	엄원근	6-21
	· GEOSS 구축을 위한 전략적 접근 방안	김병수	22-31
	· GEO 집행위원회에서의 리더십 강화 방안	허 은	32-39
	· 국내의 분야별 GEOSS 구축과 발전 방안	신동철	40-41
	- 재해 분야	박덕근	42-44
	- 보건 분야	이희일	45-47
	- 에너지자원 분야	황재홍, 이사로	48-50
	- 기상 및 기후 분야	이병렬	51-53
	- 수문 및 수자원 분야	조효섭	54-56
	- 생태계와 생물다양성 분야	장임석	57-58
- 농업 분야	이정택	59-62	
- 해양 분야	김태동	63-67	
- 우주 분야	김용승, 박종욱	68-71	
논 단	· Taking GEOSS to the next level	José Achache	72-75
해외기술동향	· GEOSS 공동 인프라(GCI) 구축 동향	강용성	76-83
	· 최근 주요 선진국의 GEO 구축 현황	이경미	84-95
뉴스 포커스	· 한국, GEO 집행 이사국 진출	이용섭	96-97

기상장비의 녹색산업화 전략, 제2권 제1호(통권 제5호), 2009년 3월

칼 럼	· 녹색산업으로서의 기상장비 산업 육성 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	· 기상장비의 산업여건과 국산화 전략	김상조	4-13
	· 기상장비 수출 산업화를 위한 성공전략	이종국	14-21
	· 기상레이더 국산화 추진 방안	장기호, 석미경, 김정희	22-29
	· 기상레이더의 상용화 현황과 육성 방안	조성주	30-41
	· 기상장비의 시장성 확보 전략 및 방향	이부용	42-51
논 단	· 외국의 기상레이더 개발 동향과 제언	이규원	52-72
해외기술동향	· 유럽의 기상장비 산업 현황: 핀란드 바이살라를 중심으로	방기석	73-80
	· 세계의 기상장비 및 신기술 동향	김지영, 박소연	81-89

기후변화와 수문기상, 제2권 제2호(통권 제6호), 2009년 6월

칼 럼	· 기후변화에 따른 수문기상 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	· 기후변화와 물환경정책	김영훈	4-15
	· 기후변화에 따른 물 관리 정책 방향	노재화	16-27
	· 기후변화에 따른 하천 설계빈도의 적정성 고찰	김문모, 정창삼, 여운광, 심재현	28-37
	· 수문기상정보를 활용한 확률강우량 산정 방안	문영일, 오태석	38-50
	· 수문기상학적 기후변화 추세	강부식	51-64
	· 기상정보 활용을 통한 미래의 물관리 정책	배덕호	65-77
	· 이상기후에 대응한 댐 운영 방안	차기욱	78-89
논 단	· 기후변화의 불확실성 해소를 위한 대응방안	양용석	90-110
해외기술동향	· 미국의 기상-수자원 연계기술 동향	정창삼	111-121
	· NOAA의 수문기상 서비스 및 연구개발 현황	김지영 · 박소연	122-131
	· 제5차 세계 물포럼(World Water Forum) 참관기	김용상	132-140

기상기술정책지 발간 목록

기상 · 기후변화와 경제, 제2권 제3호(통권 제7호), 2009년 9월

칼 럼	· 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	· 기후변화에 따른 에너지정책	박현종	4-18
	· 기후변화 대응이 경제에 미치는 영향	박종현	19-29
	· 기후변화가 농업경제에 미치는 영향	김창길	30-42
	· 기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정	김정인	43-52
	· 기상산업 활성화와 과제	이만기	53-59
	· 날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언	김동식	60-69
논 단	· 기후변화와 새로운 시장	이명균	70-78
해외기술동향	· 기상정보의 사회 · 경제적 가치와 편익 추정	김지영	79-85
	· 강수의 경제적 가치 평가 방법론	유승훈	86-96
뉴스 포커스	· 기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기	이영곤	97-103

날씨 · 기후 공감, 제2권 제4호(통권 제8호), 2009년 12월

칼 럼	· 날씨공감포럼의 의의와 발전방향	전병성	1-2
정책초점	· [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향	고상백	4-19
	· [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향	이재학	20-29
	· [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안	차두송	30-41
	· [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향	김익근	42-50
	· [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성	조명희, 조운원, 김성재	51-60
	· [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성	김정배	61-72
	· [디자인] 생활디자인과 기후 · 기상과의 연계방안	김명주	73-88
논 단	· 국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가?	김연종	89-97
뉴스 포커스	· 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기	김정윤	98-101

기후변화와 산업, 제3권 제1호(통권 제9호), 2010년 3월

칼 럼	· 기후변화에 따른 기상산업의 성장가능성과 육성정책	박광준	1-2
정책초점	· 기상이변의 경제학	이지훈	4-11
	· 기후변화 영향의 경제적 평가에 관한 소고	한기주	12-21
	· 기후변화 정책에 따른 산업계 영향 및 제언	이종인	22-32
	· 기후변화예측 관련 기술 동향 및 정책 방향	이상현, 정상기, 이상훈	33-45
	· 기후변화와 건설 산업	강운산	46-56
	· 코펜하겐 어코드와 탄소시장	노종환	57-66
	· 기후변화, 환경산업 그리고 환경경영	이서원	67-77
· 이산화탄소(CO ₂) 저감기술 개발동향: DME 제조기술	조원준	78-84	
논 단	· 기후변화와 정보통신 산업의 상관관계: 그린 IT를 중심으로	양용석	85-99
	· 기후변화 대응을 위한 산업계 및 소비자의 책임	김창섭	100-109
뉴스 포커스	· 기후변화미래포럼 개최 후기	김정윤	110-115

기상기술정책지 발간 목록

국가 기후정보 제공 및 활용 방안, 제3권 제2호(통권 제10호), 2010년 6월

칼 럼	·국가기후자료 관리의 중요성	켄 크로포드	1-2
정책초점	·기후변화통합영향평가에대한 국가기후정보의 역할	전성우	4-11
	·친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안	권영아	12-22
	·기상정보의 농업적 활용과 전망	심교문	23-32
	·기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스	원명수	33-45
	·경기도의 기상 · 기후정보 활용	김동영	46-57
	·국가기본풍속지도의 필요성	권순덕	58-62
	·국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화	김병선	63-74
	·국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담	나성준	75-83
	·가치있는 기후정보	김윤태, 정도준	84-99
논 단	·기상청 기후자료 활용 증대 방안에 관한 제언	최영은	100-110
뉴스 포커스	·국가기후자료센터의 역할	임용한	111-119

『기상기술정책』 투고 안내

투고방법

1. 본 정책지는 기상기술 분야와 관련된 정책적 이슈나 최신 기술정보 동향을 다룬 글을 게재하며, 다른 간행물이나 단행본에서 발표되지 않은 것이어야 한다.
2. 원고의 특성에 따라 다음과 같은 5종류로 분류된다.
(1) 칼럼 (2) 정책초점 (3) 논단 (4) 해외기술동향 (5) 뉴스 포커스
3. 본 정책지는 연 4회(3월, 6월, 9월, 12월) 발간되며, 원고는 수시로 접수한다.
4. 원고를 투고할 때는 투고신청서, 인쇄된 원고 2부, 그림과 표를 포함한 원본의 내용이 담긴 파일(hwp 또는 doc)을 제출하며, 일단 제출된 원고는 반환하지 않는다. 원고접수는 E-mail 을 통해서도 가능하다.

원고심사

1. 원고는 편집위원회의 검토를 통하여 게재여부를 결정한다.

원고작성 요령

1. 원고의 분량은 A4용지 10매 내외(단, 칼럼은 A4용지 3~5매 분량)로 다음의 양식에 따라 작성한다.
1) 워드프로세서는 ‘아래한글’ 또는 ‘MS Word’ 사용
2) 글꼴 : 신명조, 글자크기 : 본문 11pt, 표·그림 10pt
3) 줄간격 : 160%
2. 원고는 국문 또는 영문으로 작성하되, 인명, 지명, 잡지명과 같이 어의가 혼동되기 쉬운 명칭은 영문 또는 한자를 혼용할 수 있다. 학술용어 및 물질명은 가능한 한 국문으로 표기한 후, 영문 또는 한문으로 삽입하여 표기한다. 숫자 및 단위의 표기는 SI규정에 따르며, 복합단위의 경우는 윗 첨자로 표시한다.
3. 원고 첫 페이지에 제목, 저자명, 소속, 직위, E-mail등을 명기하고, 저자가 다수일 경우 제1저자를 맨 위에 기입하고, 나머지 저자는 그 아래에 순서대로 표시한다.
4. 원고의 계층을 나타내는 단락의 기호체계는 I, 1, 1), (1), ①의 순서를 따른다.
5. 표와 그림은 본문의 삽입위치에 기재한다. 표와 그림의 제목은 각각 원고 전편을 통하여 일련번호를 매겨 그림은 아래쪽, 표는 위쪽에 표기하며, 자료의 출처는 아랫부분에 밝힌다.

예) [표 1] [표 2]...[그림 1] [그림 2]

※ 출처:

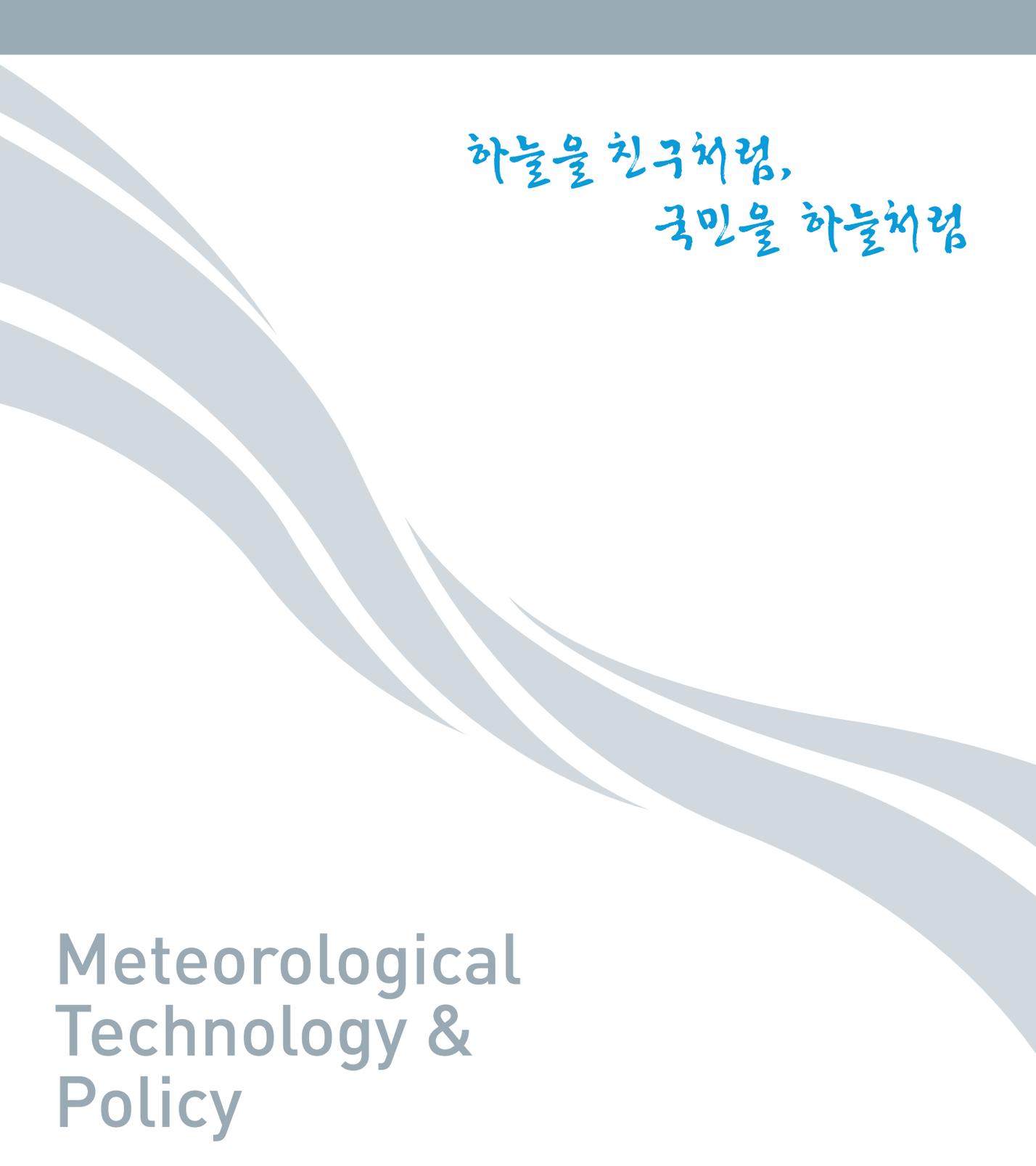
6. 참고문헌

1) 참고문헌 표기 양식

- 참고문헌(reference)은 본문의 말미에 첨부하되 국내문헌(가나다 순), 외국문헌(알파벳 순)의 순서로 정리한다.
- 저자가 3인 이상일 경우, ‘등’ 또는 ‘et al.’을 사용한다.
- 제1 저자가 반복되는 경우 밑줄(_)로 표시하여 작성한다.

2) 참고문헌 작성 양식

- 단행본 : 저자, 출판년도: 서명(영문은 이탤릭체), 출판사, 총 페이지 수.
(예) 홍성길, 1983: 기상분석과 일기예보. 교학연구소, 521pp.
Sutton, O.G., 1953: Micrometeorology. McGraw-Hill Book Co., 333pp.
- 학술논문 : 저자, 출판년도: 논문명. 게재지(영문은 이탤릭체), 권(호), 수록면.
(예) 허창희, 2006: 서울에서 1954-2005년 동안 관측된 설날 귀성에 따른 일교차의 변화. 대기, 16(1), 49-53.
Seinfeld, J., et al., 2004: ACE-Asia: Regional climatic and atmospheric chemical effects of Asian dust and pollution. Bull. Amer. Meteor. Soc., 5(3), 367-380.
- 학술회의(또는 세미나) 발표논문 : 저자, 발표년도: 논문명, 프로시딩명(영문은 이탤릭체), 수록면.
(예) 신경섭, 2005: 기상청 디지털예보 개발 및 운영계획. 한국기상학회 봄철 학술대회 논문집, 2-5.
Song, I.-S., and H.-Y. Chun, 2005: Impacts of convectively forced internal gravity waves in Whole Atmosphere Community Climate Model (WACCM). Proceedings of the Spring Meeting of the Korean Meteorological Society, 58-59.
- 인터넷자료 : 웹 페이지 주소
(예) <http://www.kma.go.kr/>



하늘을 친구처럼,
국민을 하늘처럼

Meteorological Technology & Policy

Volume 3, Number 2

서울시 동작구 기상청길 45
Tel. 02-6712-0235 / Fax. 02-849-0668
<http://www.kma.go.kr>