

태풍의 장기 예측 현황과 전망



차 은 정
기상청 국가태풍센터 기관연구관
(이학박사)
cha@kma.go.kr



권 혁 조
공주대 대기과학과/태풍연구센터교수
(이학박사)
hjkwon@kongju.ac.kr

1. 서론

인간의 활동이 갈수록 복잡하고 다양화되면서 보다 먼 장래에 대한 예보 수요가 급격히 증가하고 있다. 불과 몇 년 전만 해도 기온과 강수량에 대한 장기예보만 하였으나, 최근에는 태풍에 대한 5일 예보, 더 나아가 계절예보에 대한 필요성이 대두되고 있다. 기온과 강수량 등 일반적인 장기예보보다 태풍에 대한 예보가 더 어려운 것은 아직까지도 태풍 발생-발달-소멸 등에 대한 메커니즘 잘 알려져 있지 않고, 열대와 중위도 지방의 복잡하고 다양한 상호작용이 태풍 활동에 영향을 주기 때문이다. 이와 같은 어려움에도 불구하고, 각국에서는 국가의 장기 계획 수립과 방재 차원에서 태풍의 5일 예보와 계절예측을 시도하고 있다.

해마다 자연재해로 곤경에 처하는 여러 나라들은 재해 예방 차원의 투자뿐만 아니라 연구·개발(R&D)을 통해 투자 금액 대비 약 3~4배의 피해 저감 효과를 낸다는 연

구를 내놓고 있다. 세계은행과 미국지질조사국은 각국 정부가 재해 예방 사업에 400억 달러를 투자했다면 90년대 발생한 자연 재해 손실액 총액 중 2800억 달러 정도를 줄였을 것으로 추산했다. 2001년 발표된 지구환경보고서에서도 자연 재해 예측 및 저감 기술 개발에 1달러를 투자할 경우 재해 복구 비용 7달러를 절약하게 돼 결국 7배 이상의 투자 효과를 가져온다고 분석했다.

우리나라에서 지난 10년간(1997-2006년) 발생한 자연재해로 인한 피해액이 연간 2조 1700억원에 이르며 이중 태풍과 호우, 강풍에 의한 것이 전체의 96.4%를 차지하는 것으로 나타났다. 한국토목학회에 따르면 1997-2006년 우리나라에서 발생한 자연재해 피해액(2006년 기준)은 21조 6780억원에 이른다. 같은 기간 투입된 연평균 피해 복구비는 피해액의 1.5배가 넘는 3조 4000억원에 달한다.

정확하고 장기간의 태풍예보는 국가방재차원에서 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

2. 각국의 5일 예보와 계절예보 현황 및 전망

본 연구에서는 각국의 5일 예보 및 계절예보 사례를 비교·분석하였다. 미국과 대만은 이미 5일 예보를 시행하고 있으며, 우리나라와 일본은 내년부터 시행할 계획이다. 국가기관인 기상청에서 공식 발표하는 나라와 대학 등 연구기관에서 홈페이지를 통해 발표하는 나라로 구분할 수 있다.

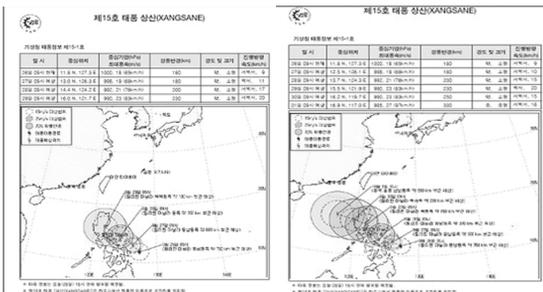
2.1. 한국

(1) 5일 예보

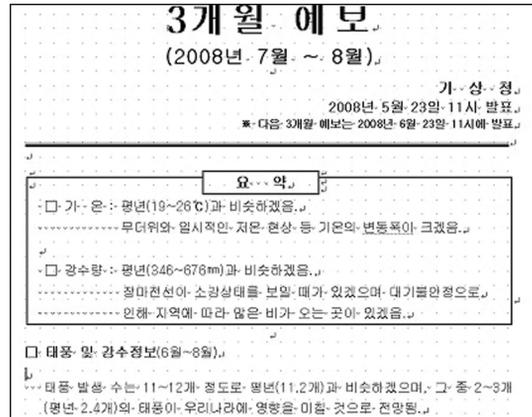
2006년에 15호 태풍 '상산'에 대한 5일 예보실험을 실시하였다(그림 1). 5일 진로예보오차는 652km 였다. 2008년 8월부터 3일 예보와 병행 운영한 후, 2009년에는 기상청 내부 자체 검증, 2010년부터 정식 운영할 계획이다.

(2) 계절예보

현재 기상청에서는 태풍의 단기예보, 즉 3일 예보는 국가태풍센터에서, 계절예보는 기후예측과에서 담당한다. 올해 5월 23일 기상청에서 발표한 3개월 예보(2008년 6월~8월)에 의하면 태풍 발생수는 11~12개 정도로 평년(11.2개)과 비슷하겠으며, 그 중 2~3개(평년 2.4개)의 태풍이 우리나라에 영향을 줄 것으로 전망된다(그림 2). 이 결과는 공주대 태풍연구센터에서 개발한 “통계적 방법을 활용한 태풍의 계절예측 시스템” 결과를 참조하여 작성한다.



〈그림 1〉 3일 예보와 5일 예보(2006년 15호 태풍 상산) 사례

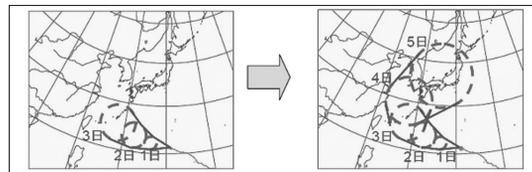


〈그림 2〉 기상청 발표 3개월 예보 사례

2.2. 일본

(1) 5일 예보

일본 기상청은 2008년 말까지 「태풍 5일 예보 작성시스템」을 구축하고, 2009년 태풍시즌부터 예보기간을 연장하여 5일 예보를 실시할 계획이다. 현재의 3일 예보에 비하여 5일 예보는 태풍이 일본으로의 접근 가능성을 빨리 판단할 수 있다(그림 3). 따라서 5일 예보는 3일 앞서 태풍의 영향 여부를 근거로 하여, 방재준비상태와 연락태세를 정비하는 등, 사전에 적시·적확한 효과적인 방재활동이 가능해진다. 보도기관을 통하여 조기에 경계심을 불러 일으켜, 피난 시 도움을 필요로 하는 주민을 위한 활동 등, 자치단체와 주민 스스로 조기방재활동 지원이 가능하다.



〈그림 3〉 일본 기상청 발표 3일 예보(좌), 5일 예보(우) 예

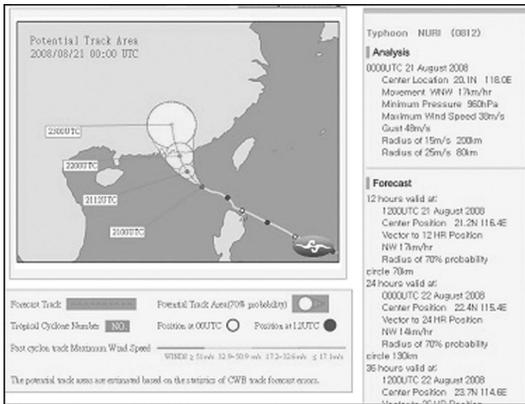
(2) 계절예보

일본은 매년 5월 하순경에 여름철 계절예보를 실시한다. 그 내용은 기온, 강수량, 장마시기의 강수량에 대한 확률예보이다. 우리나라와 같이 결정론적인 장기예보를 하

지 않는다. 태풍에 대한 계절예보는 확률예보도 하지 않고 있는데 그 이유는 예보신뢰도에 대하여 충분한 검증이 되지 않았기 때문이다.

2.3. 대만

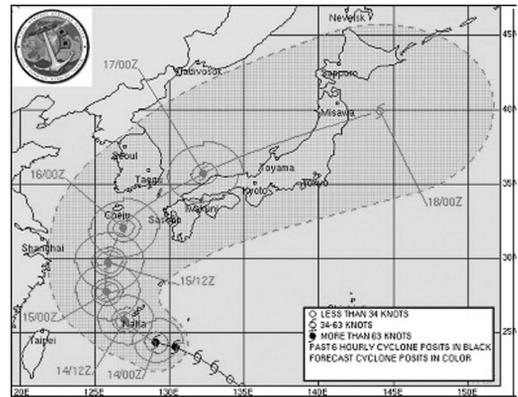
대만 기상국은 2008년부터 5일 예보를 실시하였다. 그러나 태풍계절 예보는 기술력 한계로 아직 계획단계에 머물러 있다. 그림 4는 2008년 8월 21일 09시 발표된 12호 태풍 '누리'에 대한 예보이다. 이 시점에서 태풍이 72시간 후에 열대저압부로 약화될 것으로 예상하여 3일 예보만 하였다.



(그림 4) 대만 기상국 5일 예보(2008년 12호 태풍 '누리') 사례

24. 미국-북서태평양

미국에서 북서태평양의 태풍예보를 담당하고 있는 기관은 미국 해·공군 합동태풍경보센터(Joint Typhoon Warning Center, JTWC)이다. 5일 예보를 실시하고 있으나, 계절예보는 하지 않고 있다. 그림 5는 2007년 9월 14일 09시 발표된 11호 태풍 '나리'에 대한 예보이다. 3일까지는 선택적 컨센서스 방법(selective consensus method)을 사용하고, 4일과 5일 예보는 주로 모델 결과로부터 작성한 가이드언스를 사용한다.



(그림 5) 미국 JTWC의 5일 예보(2007년 11호 태풍 '나리') 사례

2.5. 미국-동태평양과 대서양

미국에서도 동태평양과 대서양에서는 전 세계 해양에서도 가장 활발하고 체계화된 허리케인 5일 예보와 계절예보를 실시하고 있다.

(1) 5일 예보

2001년부터 5일 예보를 실시하고 있다. 동태평양과 대서양의 허리케인 예보는 국가허리케인센터(National Hurricane Center, NHC)에서 담당하고 있다. 5일 예보(그림 6) 뿐만 아니라 계절예보도 실시하고 있다(그림 7). 그림 6은 2008년 8월 21일 02시¹⁾ 발표된 허리케인 'FAV' 예보이다.

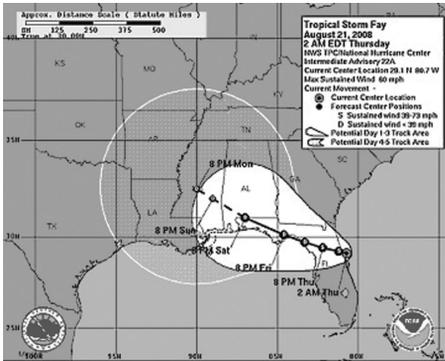
(2) 허리케인 계절예보

대서양에서 허리케인에 대한 예보는 기상학적 뿐만 아니라 사회·경제적으로 중요한 의미가 있다. 허리케인은 미국뿐만 아니라 중남미 국가에 영향을 준다. 허리케인 때문에 농작물, 수산물 등에 피해를 입게 된다면, 하나의 경제권을 구성하고 있는 이들 국가들 모두 막대한 영향을 줄 수 있다. 또 허리케인의 계절예보는 단기간 대기상태 뿐만

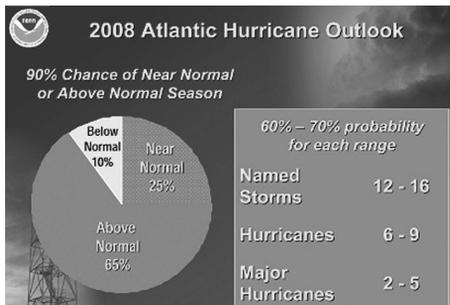
1) 미국 동부 표준시(Eastern Daylight Time, EDT)

아니라 대서양의 해수면 온도 분포, 등 보다 기후학적이고 장기간 상황이 중요하다. 따라서 허리케인에 대한 계절예보를 NHC에서만 단독으로 시행하는 것이 아니라 관련기관이 모두 참석한다. 기후예측센터, 국가허리케인센터, 허리케인연구과, 수문기상예측센터 4개 관련기관²⁾ 전문가 협의를 거쳐 최종적으로 계절예보를 생산하고, 언론에 공개하는 창구역할은 기후예측센터에서 담당한다.

매년 5월에 허리케인 계절예보를 발표하고 8월에 최신 자료를 분석하여 수정예보를 한다. 그 해의 기후상황과 해양상황 등 종합적으로 분석하여 확률예보를 하고 있다(그림 7).



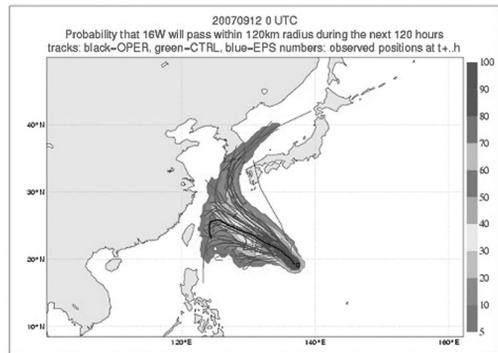
〈그림 6〉 미국 NHC의 5일 예보(2008년 허리케인 'FAY') 사례



〈그림 7〉 2008년 5월 22일 미국 CPC에서 언론에 발표한 대서양 허리케인 여름철 예보 사례

2. 유럽중기예보센터

유럽중기예보센터³⁾에서는 태풍 진로와 강도에 대해서 결정론적 및 확률론적 예보 2가지 모두 실시하고 있다. 확률론적 예보는 수십 개의 앙상블 멤버로 결과를 이용한다. 그림 8은 2007년 9월 12일 09시 발표된 11호 태풍 '나리'에 대한 5일 예보이다. 그림에서 굵은 실선은 관측된 태풍경로, 여러 개의 실선은 각 앙상블 실험 결과이다. 색깔별 음영표시는 태풍의 상륙확률을 퍼센트로 나타낸 것이다.



〈그림 8〉 ECMWF 5일 예보(2007년 11호 태풍 '나리') 사례

이 외에도 영국 Tropical Storm Risk(TSR, <http://www.tropicalstormrisk.com>), 홍콩 시립대(http://www.cityu.edu.hk/gcacic/2008_forecast_JUN.htm)에서도 계절예보를 실시하고 있지만, 국가의 공식예보는 아니고 연구 성격이 강하다.

3. 맺음말

이와 같이 각국의 상황에 맞게 태풍의 5일 예보 표현 방법은 다르지만, 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 노력은 동일하다. 더 나아가 계절예측을 실시하고 있다. 한 해

1) 기후예측센터(Climatic Prediction Center, CPC), 국가허리케인센터(National Hurricane Center, NHC), 허리케인연구과(Hurricane Research Division, HRD), 수문기상예측센터(Hydrometeorological Prediction Center, HPC)

동안 가장 많은 피해를 유발하는 자연현상은 태풍이다. 보다 정확하고 긴 시간의 예보가 가능해지면 국가방재차원에서 큰 도움이 될 것으로 사료된다. 따라서 기상청은 선진 기술을 적극 도입하여 태풍예측능력 향상을 위하여 최선을 다할 것이다. 태풍이 몇 개나 상륙할지 몇 달 전에 예측할 방도가 없다.

일반적으로 태풍은 재해를 일으키는 나쁜 것으로 인식되고 있지만, 항상 그런 것은 아니다. 마른 장마가 심한 경우 상륙하는 태풍은 무더위를 식히고 일시에 가뭄을 해결할 수 있다. 특히, 우리나라가 물부족 국가군에 속해 있음을 감안하면 태풍이 쏟아내는 비를 활용할 수만 있다면, 어쩌면 태풍은 축복이 될 수도 있다. 물론, 태풍 장기예측성을 획기적으로 향상시킨다는 전제조건이 만족되어야 한다.

5일 예보나 계절예보에 시행에 앞서 반드시 고려해야 할 점은 태풍예보정확도이다. 정확하지 않은 예보로 인한 불필요한 불안감을 조성할 우려도 있다. 그러나 한편으로는 자연재해로부터 내 자신과 가족을 보호하기 위해서는 다소 과장되더라도 사전 준비를 철저히 하는 편이 바람직할 수도 있다.

감사의 글

본 논문은 국내·외 태풍전문가로부터 제공받은 자료와 토의 결과를 바탕으로 작성하였습니다. 협조해 주신 모든 분께 감사드립니다. 이 연구는 국립기상연구소의 주요 사업인 “진보된 태풍 분석 및 예측시스템 개발 연구”의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 기상청, 2005 : 태풍에 관한 장·단기 연구계획수립 및 태풍

센터 설립방안 조사, 160pp.

- 박윤호, 박종숙, 이경희, 신도식, 2006 : 바람장 분석을 통한 태풍의 진로 예보 기상기술지, 2, 1-8.
- 차은정, 이우정, 권혁조, 2007 : 북서태평양에서 엘니뇨-남방진동과 관련된 대기대순환과 태풍활동도 변동성에 관한 연구. 제5차 기후변화 학술대회 초록집, 78-80pp.
- 차은정, 이경희, 박윤호, 박종숙, 심재관, 인희진, 유희동, 권혁조, 신도식, 2007 : 2006년 태풍 특징과 태풍 예보의 개선방향. 대기, 17(3), 299-314.
- 차은정, 박윤호, 권혁조, 2008 : 2007년 태풍 특징. 대기(인쇄중).
- 차은정, 심재관, 권혁조, 2008 : 현업예보 관점에서 태풍의 온대저기압화 판단 과정에 대한 고찰. 한국지구과학회지(인쇄중).
- Cha, E.-J., Kimoto, M., Lee, E.-J., and Jhun, J.-G., 2007 : The recent increase in the heavy rainfall events in August over the Korean Peninsula. J. Korean Earth Science Soc., 28(5), 585-597.
- Chan, J. C. L., 1985 : Tropical cyclone activity in the northwest Pacific in relation to the El Nino/Southern Oscillation phenomenon. Mon. Wea. Rev., 113, 599-606.
- Japan Meteorological Agency, 2005 : Annual report on activities of the RSMC Tokyo-Typhoon Center, <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/AnnualReport/2005/Text/Text2005.pdf>.
- Japan Meteorological Agency, 2007 : Monthly report on the climate system, http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/diag/2007/index/html/soiolru/index_html_soiolru_2007.html (in Japanese).
- Kwon, H.-J., W.-J. Lee, S.-H. Won, E.-J. Cha, 2007 : Statistical ensemble prediction of the tropical cyclone activity over the western North Pacific. Geophys. Res. Lett., 34, L24805, doi:10.1029/2007GL032308.
- Lee, W.-J., J.-S. Park, and H. J. Kwon, 2007 : A statistical model for prediction of the tropical cyclone activity over the western North Pacific. J. Korean Meteorol. Soc., 43, 175-183.

3) 유럽중기예보센터(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)