

1.9. 태풍의 온대저기압화

1.9.1. 개요

북서태평양에서는 30년 평균(1981~2010년) 매년 약 26개 태풍이 발생하고 이중 상당수가 중위도로 이동하여 점차 태풍의 구조변화가 일어난 후 종래에는 열대저기압의 성질을 잃고 온대저기압이 된다. 이 과정을 일반적으로 온대저기압화(Extratropical Transition, ET)라 부르며 기상청에서는 열대저기압인 태풍이 온대저기압이 되면 태풍으로서 일생을 마친 것으로 간주한다.

태풍은 일반적으로 따뜻한 열대해상에서 발생하여 점차 발달하면서 북상하여 중위도 편서풍대에서 온대저기압화 과정을 거쳐 변질·소멸되는 태풍과 열대저압부로 약화되어 소멸되는 태풍으로 나눌 수 있다. 하지만 이 태풍은 온대저기압이 된 후에도 강한 강수, 큰 파도, 돌풍을 일으키며 큰 피해를 유발하기도 한다. 이처럼 태풍이 온대저기압이 된 후에도 많은 피해를 줄 수 있지만 더 이상 태풍으로서의 성질을 유지하기 않기 때문에 태풍의 종료를 선언하는 절차, 즉 온대저기압화로 변질되었는지의 여부를 판단하는 것은 태풍업무에 있어 매우 중요한 사안이다. 현재 태풍의 온대저기압화에 대한 객관적이며 명확한 정의는 없으며 연구의 목적에 따라 연구자가 스스로 정의하여 사용하고 있는 등 태풍의 온대저기압화 과정에 대한 이해는 아직까지 충분하지 못한 실정이다. 지금까지의 연구에 의하면, 태풍의 대칭구조가 비균질적인 지면효과, 종관장의 연직 시어, 습도의 변화 등에 의하여 열대저기압의 강도가 감소하며 극으로 이동하는 속도가 빨라지고, 바람, 열적 구조, 습윤장, 구름, 대류, 강수 등이 비대칭이 되는 과정을 온대저기압화 과정이라고 규정하고 있다.

기상청 현업 태풍예보에 있어 온대저기압화는 구체적이고 명시적인 규정이나 절차 없이 많은 부분이 태풍예보관의 주관적 판단 하에 이루어지고 있었지만, 주관적 접근방법의 문제점을 해소하기 위해서 온대저기압화에 대한 보다 과학적이고 합리적인 근거를 통해 객관적이며 명확한 절차확립이 필요함에 따라 우리 기상청은 일본과 미국의 온대저기압화 사례 및 2006년에 발생한 23개 태풍 중 온대저기압화 된 7개 사례를 상세분석하여 현업매뉴얼을 개발하여 2008년부터 활용하고 있어 온대저기압화 판별에 따른 객관적인 토대를 마련하였다. 앞서 밝힌 바와 같이 온대저기압화에 대한 객관적인 정의가 명확하지 않기 때문에 현재 사용하고 있는 온대저기압화에 대한 매뉴얼이 완벽할 수는 없지만, 우리 기상청은 지속적으로 문제점을 보완해 현업매뉴얼을 개선해 나갈 계획이다.

1.9.2. 온대저기압화 판정 흐름도

(1) 주요 요소 설정 근거

국내 선행연구, 일본 기상청의 사례, 미국 태풍센터의 사례, 그리고 2006년

온대저기압화 된 7개 태풍의 상세분석 결과를 종합하여 온대저기압화 판단 요소를 선택하여 온대저기압화 작업 흐름도가 작성되었으며, 이를 토대로 매 시즌 별 온대저기압화 판별에 예보관의 주관도 물론 개입되지만 나름대로 객관화된 자료를 근거로 제시할 수 있게 되었다.

온대저기압화 판단을 위하여 4단계로 점검 내용이 구성된다.

[1단계]는 태풍의 정의에 따라 중심부근 최대풍속이 17m/s 이하와 태풍이 해상에서 온대저기압화가 될 경우를 예상하여 해수면 온도가 21℃ 이하의 2개 조건이 설정된다. 최대풍속의 근거 자료는 기상청 지상관측망, AWS, 해상 부이 자료, 이어도 해상기지 자료와 일본 기상청 AMeDAS 바람 자료, QSCAT 자료 등을 사용한다. 해수면 온도 분포도(1일 1회 00UTC 자료만 있음)를 사용한다. 태풍 중심으로부터 100km를 반경으로 하는 원을 가정하여 그 범위 내의 해수면 온도 분포를 살펴보고 결정하게 된다.

[2단계]는 일기도에 비하여 준 실시간적 자료 이용이 가능하고 넓은 지역에서 자료 획득이 가능한 위성영상이 분석 대상이다. 위성영상 중에서 수증기 영상에서 차고 건조한 암역 침투 여부를 최우선 순위로 선정하며, 적외영상에서는 bulge(온대저기압화 과정에서 주로 태풍의 서쪽에 나타나는 대류가 활발한 곳, 불룩한 모양을 하고 있음) 형태, Ci streak(태풍의 북동쪽으로 상층 권운이 퍼져나간 모양), 대류운열 여부를 파악하게 된다.

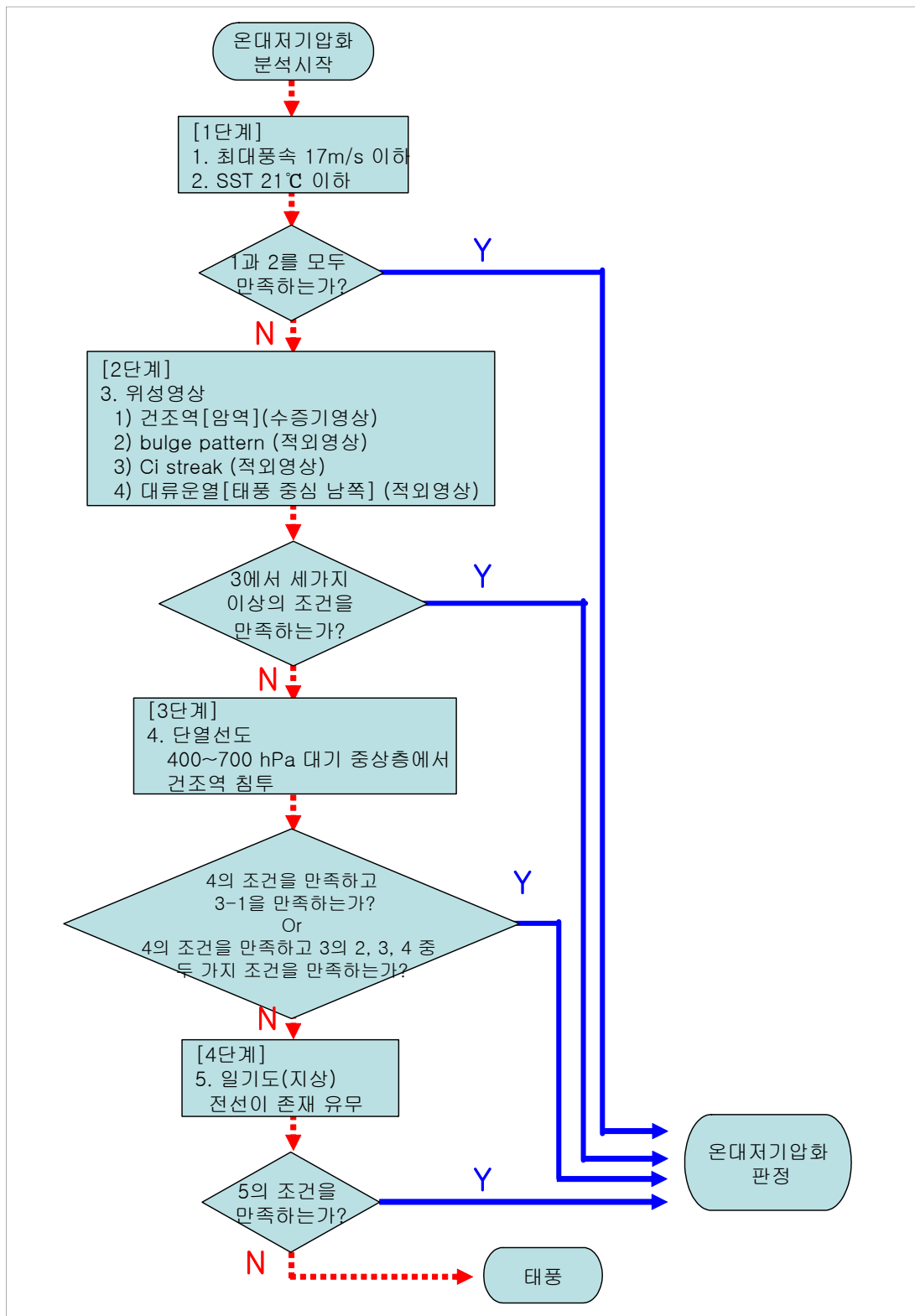
[3단계]는 위성영상에 파악하기 어려운 대기 중·상층(400~700hPa)에서 건조역 침투여부를 판단하기 위하여 태풍 중심으로부터 가장 가까운 고층관측소의 실황 단열선도를 활용하는 방법이다. 또한 기상분석 시스템(Forecaster's Analysis System, FAS)에서 모델 분석장으로부터 계산된 단열선도도 판단자료로 활용가능하다. 단열선도는 대기 중·상층(400~700hPa)에서 차고 건조한 공기가 태풍으로 침투하는지 판단이 용이하지만, 고층관측소가 적기 때문에 온대저기압화 되는 지역에서 단열선도를 찾기가 어렵다. 기상청 단열선도를 먼저 찾아보고 자료가 없을 경우에는 미국 Wyoming 대학 대기과학과 홈페이지에서 제공하는 전세계 고층 자료를 참고하여도 무방하다(<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

[4단계]는 일기도로 지상일기도에서 태풍주변에서 전선 유무를 파악한다. 전선 여부를 확인하기 위한 일기도는 기상청 혹은 일본 기상청 등 외국의 일기도도 활용 가능하다.

위의 4단계 분석에서도 온대저기압화를 결정하지 못할 때는 태풍으로 유지하고, 다음 시간에 동일한 방법으로 다시 분석을 실시한다.

위의 온대저기압화 과정은 현업 예보시에 적용되는 판정 흐름도이고, 태풍시즌 종료 후 위에서 언급한 모든 자료와 추가로 가용한 자료를 종합 재분석하여 정확한 온대저기압 시점과 근거자료 작성이 요구된다.

(2) 저기압화 판정 흐름도



「그림 25」 태풍의 온대저기압화 판정 흐름도