

# 태풍 “매미”에 의한 남해안 폭풍해일의 사례

송 봉 근 (부경대학교 위성정보과학연구소)

김 영 섭 (부경대학교 위성정보학과)

김 연 수 (국립해양조사원)

## 1. 서론

여름철 한국 근해에서의 극한적 해안, 해양 환경은 주로 열대성 저기압 및 태풍이 우리나라 주변을 통과할 때 발생한다. 이러한 경우 높은 파랑과 해일이 발생하여 서해, 남해안, 동해안에 위치한 각종 항구 및 항만 구조물, 연안시설 및 선박들에 피해를 유발하고 있다. 또한, 연안 침수에 따른 인명 및 재산피해가 수반되기도 한다. 일반적으로 해일현상은 천문조(천체의 운동에 의해 발생하는 규칙적인 해면변화)에 의한 것과 기상조에 의한 것 두 가지로 나눌 수 있다. 특히 기상조(강풍과 기압의 급변 등 기상적 요인에 의해 생기는 해면변화) 가운데 해면이 평균보다 극심하게 상승하는 경우 중의 하나가 폭풍해일(storm surge)이고 우리나라에서는 열대성 저기압 특히 태풍의 접근에 의해 유발되는 경우가 많다. 폭풍해일이 조석의 만조시 중첩되면 수위는 더욱 높아져 방파제를 파괴하고, 연안시설, 가옥, 인명 등에 큰 피해를 미치기 때문에 폭풍해일의 발생시각과 수위상승량을 예보하는 것은 매우 중요한 일이다. 천문조와 기상조의 예측은 현재 수치모형에 의한 방법을 이용할 수 있고, 천문조의 경우는 실시간으로 예측이 시행되고 있다.

본 사례연구에서는 2003년 9월 12일 우리나라에 상륙한 제 14호 태풍 “매미(MAEMI)”의 특징과 그 영향에 의한 남해안 폭풍해일의 특징을 알아보고자 하였다.

## 2. 폭풍해일의 발생 원인

태풍에 동반되는 이상수위상승의 원인은 크게 3종류로 알려져 있다. 임의 장소의 수심과 만의 지형, 태풍의 구조와 경로등에 따라 각각의 효과가 달라진다. 여기서 아래와 같이 크게 두 가지 수위상승 요인을 생각할 수 있다.

### 2.1 기압하강에 의한 수위상승

저기압은 정상기압(1,013hPa)에 비해 낮기 때문에 정상기압을 기준으로 하면 기압저하분만큼 물을 끌어 올리는 효과가 있게 된다. 기압저하량을 ( $P_{\infty} - P$ )라 할 경우, 이에 따른 수위상승량  $\eta_{ps}$ 는 정적조건하에서

$$\eta_{ps} = \frac{1}{\rho_w g} (p_{\infty} - p) = 0.991(p_{\infty} - p) \quad (1)$$

가 된다. 여기서,  $\eta_{ps}$ 의 단위는 cm,  $p_{\infty}$ ,  $p$ 는 hPa이고, 해수의 밀도  $\rho_w = 1.03g/cm^3$ 이 된다.  $p_{\infty}$ 는 기준기압,  $p$ 는 임의 지점에서의 기압,  $g$ 는 중력가속도이다.

### 2.2 바람에 의한 수위상승

바람이 불면 수면에 힘이 가해지게 되는데, 그 일부는 풍속의 2승에 비례하는 접선응력이 발생하고, 이 접선응력과, 수면경사에 의한 압력경도, 저면에서는 마찰력이 작용하게 된다. 이 세 힘의 평형을 고려

하면 만 내부에서의 바람에 의한 수면 상승  $\eta_w$ 는

$$\eta_w = \frac{\rho_a(1+\lambda)}{\rho_w g} \gamma^2 \frac{l}{h} U_{10}^2 \quad (2)$$

로 된다. 여기서  $\rho_a$ 는 공기의 밀도,  $\gamma^2$ 은 마찰계수,  $U_{10}$ 은 수면 위 10m 높이에서의 풍속,  $l$ 은 만의 길이,  $h$ 는 수심이다. 위 식에서 바람에 의한 수면 상승은 풍속의 2승, 만 길이에 비례, 수심에 반비례한다.

### 3. 사례

제 14호 태풍 “매미”는 2003년 9월 6일 15시경 괌 섬 북서쪽 약 400km 부근 해상에서 발생하여 느리게 북서진 후, 9일 09시경에 태풍으로 발달한 후 11일 09시경에 중심기압이 910hPa로 가장 낮았다. 이 태풍은 11일 09시부터 전향하기 시작하여 12일 06시경부터 북북동진 하면서 빠른 속도로 진행하였고, 12일 18시경 제주도 성산포 동쪽 부근해상을 거쳐 12일 20시경에 경상남도 사천시 부근 해안으로 진출하였다. 우리나라에 육상에 상륙한 태풍은 북북동진하여 경남 함안을 거쳐 13일 02시 30분경에 울진 부근 해안을 통해 동해상으로 진출하였다. 태풍 “매미”의 특징으로 경남 사천시 부근 해안에 상륙할 때의 중심기압이 950hPa, 중심부근 최대풍속 40m/s, 풍속 15m/s 이상의 태풍중심반경이 약 330km 이내로 태풍의 강도는 [강], 크기는 [중형]이었다(Fig. 1).

### 4. 과거 한반도 주변에서의 태풍과 해일의 영향

기상청 태풍백서(1996)에 의하면 1904년부터 1995년까지의 92년간 우리나라에 영향을 미친 태풍은 모두 282회이다. 재해연보에서 1996년부터 2001년까지의 기록을 찾으면 12개가 추가되어 총 296회의 태풍이 영향을 준 것으로 나타났다. Fig. 2는 1950년부터

1998년까지의 우리나라 연안에 피해를 유발했던 태풍의 경로를 모식적으로 나타낸 것이다(국립방재연구소 연구보고서, 2002). 총 131개의 태풍 중 이에 해당하는 태풍의 총 수는 41개이다. 태풍 유형 T1과 T2의 경

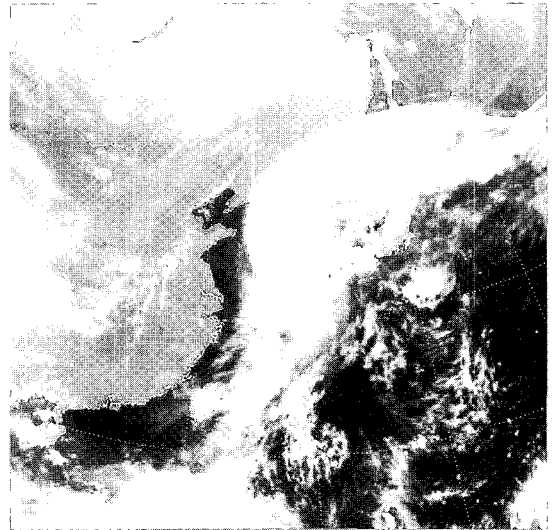


그림 1. Typhoon “MAEMI”(2003.9.12. 1100UTC)

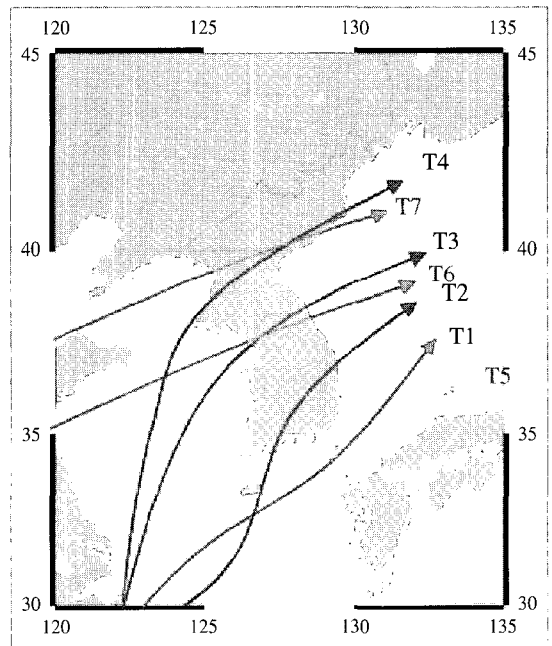


그림 2. Typhoon tracks.

우 41개 중 18개를 차지하고 그 피해지역도 남해안 지역으로 태풍피해 다발지역임을 뒷받침해주고 있다.

제 14호 태풍 "매미"의 경우, 유형 T2에 해당하는 것으로 부산, 경남지방에 강풍에 의한 건물 파손, 해일에 의한 가옥침수 등 큰 피해를 주었다.

### 5. 자료

본 사례연구에서는 2003년 9월 11일부터 13일까지의 기상청 자동기상관측시스템(AWS) 자료와, 국립해양조사원 검조소 관측자료를 사용하였다. 검조소에서는 조위, 수온, 염분, 기압, 기온, 풍향, 풍속이 자동관측되고 있다. 조사지역은 남해안의 부산, 마산, 통영, 여수, 완도 5개 관측지점이다(Fig. 3).

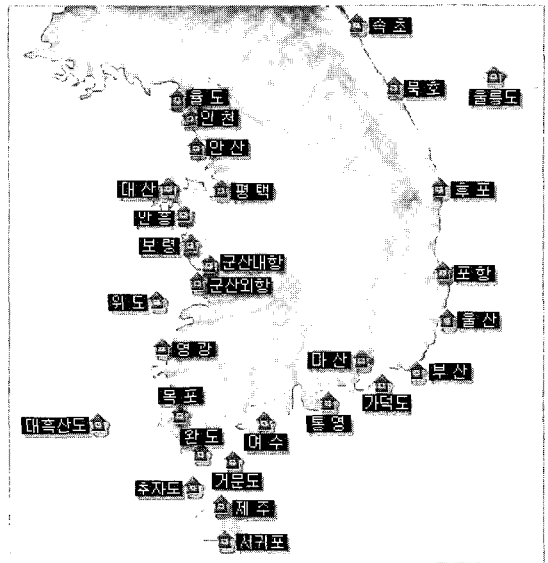


그림 3. Map of tidal stations.

### 6. 토의

제 14호 태풍 "매미"에 의한 기압하강으로 약

0.5m의 수위상승 효과를 얻고, 강풍에 의한 해수퇴적작용에 의해 약 1m의 수위상승 효과를 가져오게 된다. 일반적으로 천문조에 의한 수위상승은 대조기의 경우, 소조기 보다 약 0.5m 수위가 상승하는 것

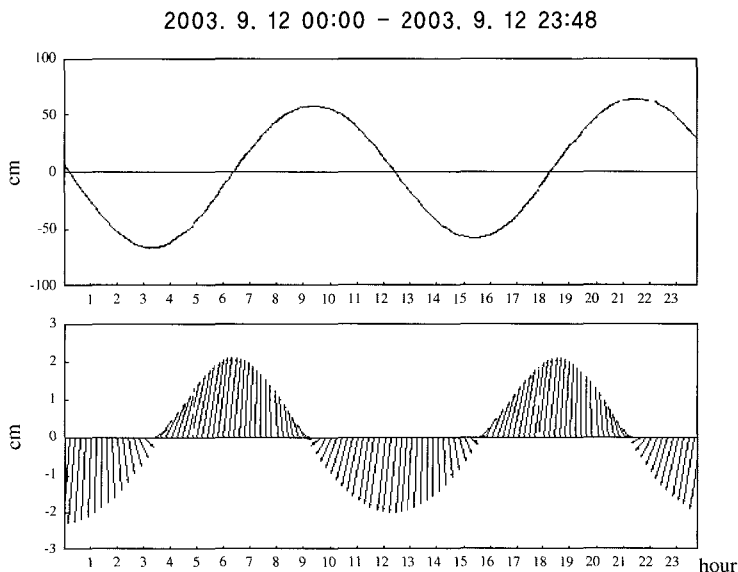


그림 4. Tide level and tidal current of Masan

로 알려져 있다. 태풍 “매미”의 중심이 9월 12일 21시경 경남 함안군 부근에 위치했을 때, 마산의 조위와 조류는 Fig. 4와 같다. 21시와 22시 사이에 조위가 최대가 되는 것을 볼 수 있다. 또한 12일 21시 통영의 최대 풍속이 약 30m/s(최대순간풍속 43.8m/s)인 점을 고려해 볼 때, 천문조와 기상조에 의한 수위 상승 효과가 증첩되어 더 큰 폭풍해일이 발생하게 되었다. 국립방재연구소 피해현황에 따르면, 경남 마산시, 통영시, 거제시에서 해일에 의한 침수피해가 크

게 나타난 것으로 보고되고 있다.

우리나라의 경우, 폭풍해일은 다른 자연재해와 달리 빈번하게 발생하는 재해가 아니기 때문에 연안지역 주민 및 관계 기관의 대응이 신속히 이루어지지 못한 경우가 많다. 하지만, 정확한 예측정보를 신속히 입수하고 전파하는 시스템 구축 및 방재대책을 수립한다면 충분히 인명 및 재산피해를 방지할 수 있을 것으로 여겨진다.

### 참고문헌

- 기상청, 태풍백서, 1996
- 건설부, 재해년보, 1979-1990
- 국립방재연구소, 폭풍해일예측을 통한 상황대처방안 연구, 2002
- 내무부 중앙재해대책본부, 재해년보, 1991-1998
- 행정자치부 중앙재해대책본부, 재해년보, 1999-2001