

## 저기압 및 태풍 통과시 서해상의 해상상태 사례 분석

김태희<sup>1,\*</sup> · 방익찬<sup>2</sup> · 이호만<sup>1</sup>

<sup>1</sup>기상연구소 해양기상지진연구실, 156-720 서울시 동작구 신대방동 460-18번지

<sup>2</sup>제주대학교 해양학과, 690-756 제주도 제주시 아라동 1번지

### Case Study on the State of Sea Surface with Low Atmospheric Pressure and Typhoon Conditions over the Yellow Sea

Tae-Hee Kim<sup>1,\*</sup>, Ig-Chan Pang<sup>2</sup>, and Homan Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Marine Meteorology and Earthquake Research Laboratory, Meteorological Research Institute, Seoul 156-720, Korea

<sup>2</sup>Department of Oceanography, Cheju National University, 690-756, Korea

**Abstract:** In this study, state of sea surface were analyzed comparatively for cases of low atmospheric pressure, which occurred in the middle area of China and moved eastward to the Korean Peninsula across the Yellow sea during April 9-12, 1999, and typhoons "NEIL" May 1999 and "OLGA" July 1999, which moved northward along the west coast of the Korean Peninsula. In cases of low pressure, wind speeds and phases were respectively stronger and faster in the center area than in the surrounding areas. The wave heights seem to a somewhat differing tendency from that of the wind speeds due to the influences of geometry. On the other hand, wave heights were lower under typhoon weather than under low pressures, except the instance of wave height over 5 m on Chilbal when typhoon Olga pass northward from the southern area. Storm surges also showed larger amplitudes under low pressures than under typhoons. The results suggest that waves and storm surges may be larger for a slow passing synoptic low pressures than for a fast passing local typhoon.

**Keywords:** sea state, low atmosphere pressure, typhoon, wave height, storm surge

**요 약:** 서해 상에서 저기압과 태풍 통과 시 해상상태를 비교 분석을 하였다. 1999년 4월 9일~12일에 강한 저기압이 화중지방에서 발생하여 서해를 지나 한반도에 영향을 미친 경우의 9905호 태풍 NEIL과 9907호 태풍 OLGA가 서해를 통과하면서 서해 연안에 영향을 미친 사례이다. 봄철 이동성 저기압 발생 시에는 저기압 중심부의 풍속이 주변 지역에 비해 위상이 빠르고 강하게 나타나며, 이에 수반되어 발생하는 파고는 주변의 지형적 영향으로 다르게 나타날 수 있다. 이에 비해 두 태풍에 의해 발생한 파고는 태풍 Olga가 서해 남부해역에서 북상할 시기에 칠발도 근해상에서 5 m 이상의 높은 유의파고를 발생한 것 이외에는 저기압 통과 시보다 파고가 낮다. 해일도 태풍보다 저기압 통과 시에 더 크게 나타나는데, 이러한 결과는 강하지만 국지적이고 빠르게 이동하는 태풍보다 종관적이고 느리게 이동하는 기압장에 의해 발생한 파도와 해일이 더 클 수 있음을 보여준다.

**주요어:** 해상상태, 저기압, 태풍, 파고, 폭풍해일

## 서 론

지상에서 발생하는 악기상 현상은 집중호우, 폭설과 대설, 폭풍우 등 다양한 현상이 있으며, 사례 연

구도 지난 1996년 인천지역 집중호우에 대한 사례분석, 폭풍발생시 종관분석 등 다양한 기상 관측자료와 수치모델을 이용하여 활발하게 진행되고 있다. 반면에 해상에서 발생하는 악기상은 폭풍 등에 의해 발생하는 파고나 해일이 있을 수 있으며, 최근에 발생한 대표적인 사례는 1997년도 여름철 발생한 해일이다. 1997년 백중사리 시기에 서해안 저지대에는 이상 해수면 상승으로 많은 피해가 발생하였는데, 이에 대

\*Corresponding author: kth@metri.re.kr

Tel: 82-2-847-2495

Fax: 82-2-847-2496

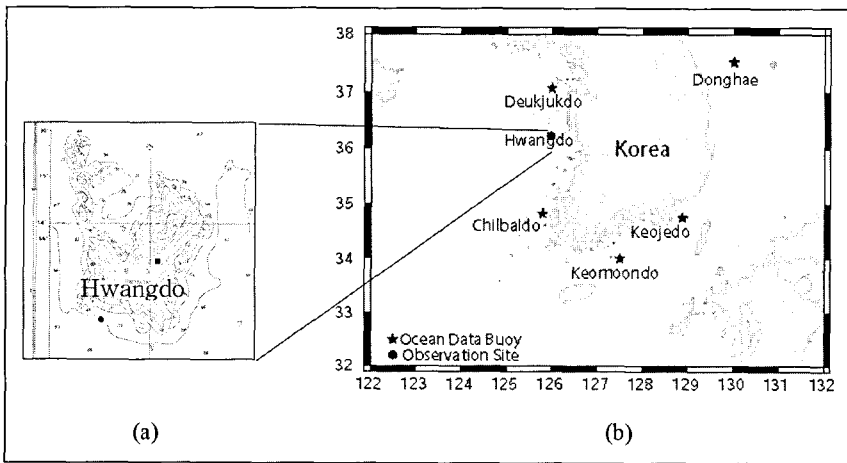


Fig. 1. Locations of (a) AWS (■) and Wave-Tide Recorder (●) around Hwangdo and (b) Ocean Data Buoys.

한 사례분석연구는 오임상 외(1997), 이석우(1997), 윤용훈 외(1998) 등이 있으며, 서병덕 외(1999)은 조석예보와 실측자료 분석으로 재조사한 바 있다. 해상의 악기상 사례 연구는 지상에 비하여 미흡한 편이나, 황진풍(1971)은 1970년 태풍 빌리 통과시 해면상승과 바람과의 관계를 조사하였고, 최병호(1985)는 수치모델을 이용하여 1978년 태풍발생시 해일을 산정한 바 있다. 김성일(1988)과 오임상 외(1988)은 한국 근해에서 발생하는 폭풍해일과 태풍이 남해안을 통과한 시기의 해면변화에 대하여 분석하였다. Oh and Kim(1990)은 태풍 브렌다(Brenda), 베라(Vera) 그리고 켈마(Thelma)가 제주도 남쪽 근해에 접근하였을 경우 폭풍해일에 대한 수치실험을 수행하였다. 이처럼 해상에서 악기상 사례연구는 대부분 해안지역의 해수면 관측 자료를 이용하여 폭풍해일이나 이상해면 상승과 관련된 연구들이 있지만, 바다의 파랑 관측 자료 부족으로 사례 연구에 어려움이 많았다.

1999년 4월 9일~12일 사이에 서해상에서는 중국 화중지방에서 발생한 강한 저기압이 서해를 가로질러 한반도 중부지방에 상륙하였고, 9905 태풍 “NEIL”과 9907 태풍 “OLGA”는 열대 태평양상에서 발생하여 서해 연안을 따라 북상하면서 서해상에 악기상을 유발하였다. 마침 이들이 지나간 해역에 해양기상관측 부이가 설치되어 있어서 바다의 파랑이 관측되었다. 이 연구에서는 서해상에서 1999년 봄철 저기압 통과시와 태풍 “NEIL” 및 “OLGA” 통과 시 서해상에서 발생하였던 해상상태를 해양기상관측 부이의 자료를 중심으로 살펴보고자 한다.

## 자료 및 방법

기상청은 1996년 이후 총 5기의 해양기상관측 부이(Fig. 1)를 우리나라 주변해역에 설치하여 운영하고 있다. 부이는 기온, 수온, 습도, 기압, 풍향과 풍속, 파고와 파향 등을 매시간 관측하고 있다. 서해에는 덕적도와 칠발도 부근에 설치 운영되고 있으나, 공간적 특성을 조사하기 위해 황도 근해에 압력식 파고계(Model: WTR-9)를 설치하여 관측하였다.

압력식 파고계는 수정압력센서를 이용하여 불규칙한 해상상태에 의한 압력의 변화를 측정하여 파고를 산출한다. 또한 부이에서 관측되는 풍향·풍속에 대한 비교를 위해서도 황도 정상부에 자동기상관측기(AWS)를 설치하여 운영하였는데, 이 AWS는 주변에 바람 장애요인이 없는 지점에 설치하였다. 자료 분석 기간은 파랑 자료인 경우 1999년 4월 1일~8월 12일까지이며, 바람자료는 1999년 3월 31일~8월 1일까지 설치하여 수집된 자료를 활용하였다. 압력식 파고계에서는 대기압에 의한 영향과 수온과 염분에 의한 해수 밀도의 영향 등이 포함되어 있어 이를 보정하여야 한다. 대기압의 영향은 황도에 설치된 AWS에서 관측된 자료를 이용하여 보정하였으며, 수온과 염분에 의한 해수면의 변화는 지극히 미약하게 나타나므로 생략하였다. 압력에 의해 관측된 해수면 자료에서 기압과 밀도에 의한 압력 보정은 다음 식을 사용하였다.

$$D = 0.001 \times (P - P_a) \times \frac{1}{g} \times \frac{1}{\sigma}$$

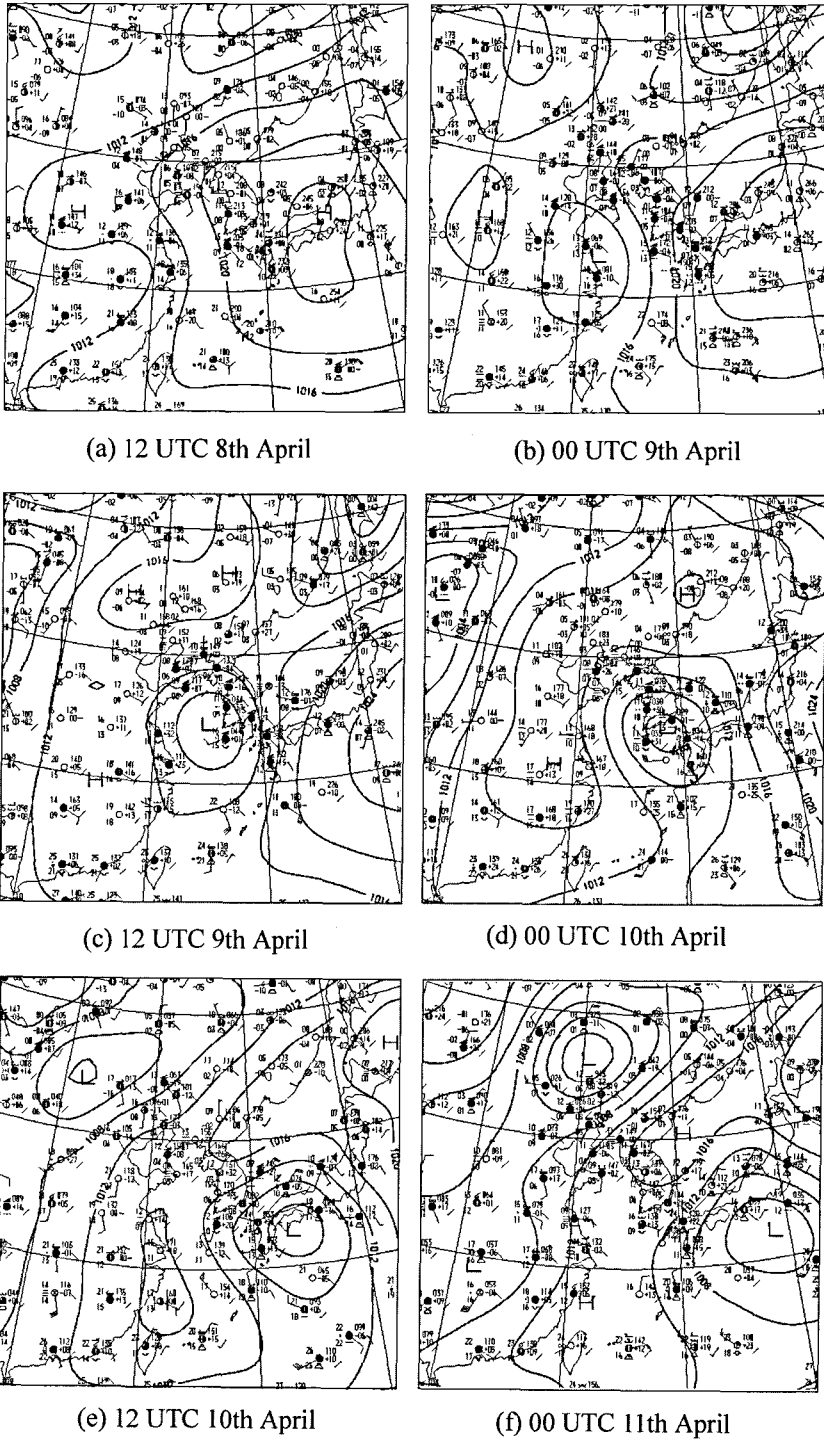
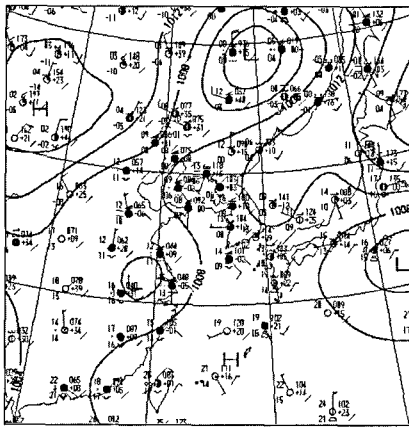


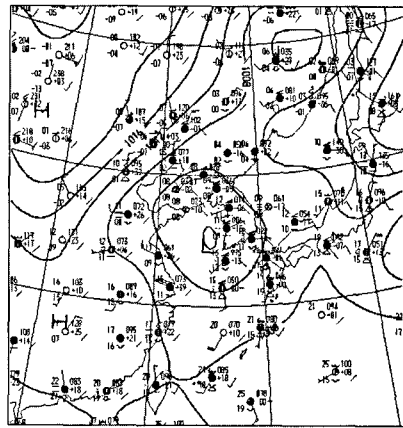
Fig. 2. Surface weather maps from 8 to 14 April 1999.

여기서,  $D$ 는 해수면의 변위(m),  $P$ 는 관측된 압력(Pa),  $P_a$ 는 대기압(Pa),  $g$ 는 중력가속도(9.8 m/sec),  $\sigma$

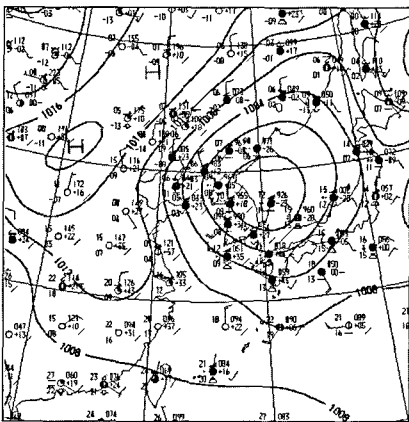
는 해수의 밀도( $kg/m^3$ )를 나타낸다(Aanderaa, 1997). AWS는 표고 약 70m에 설치하였으므로 관측된 기



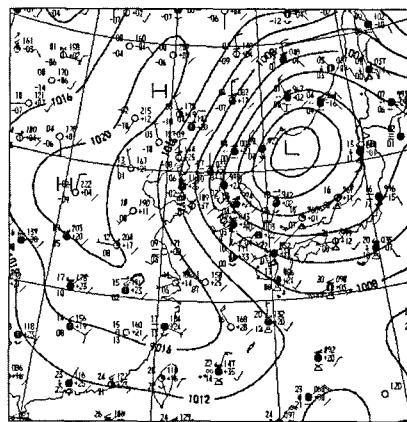
(g) 12 UTC 11th April



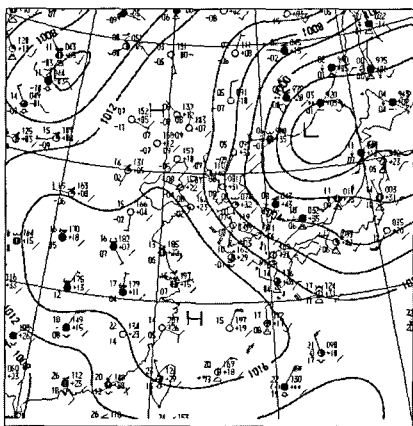
(h) 00 UTC 11th April



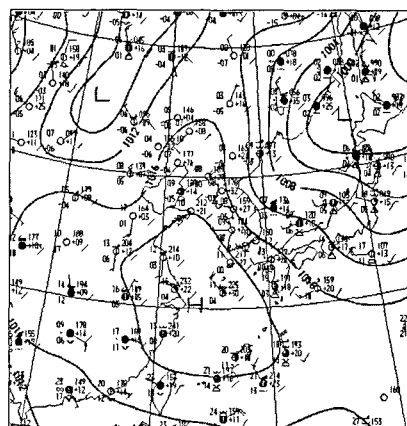
(i) 12 UTC 12th April



(j) 00 UTC 13th April



12 UTC 13th April



00 UTC 14th April

Fig. 2. Continued.

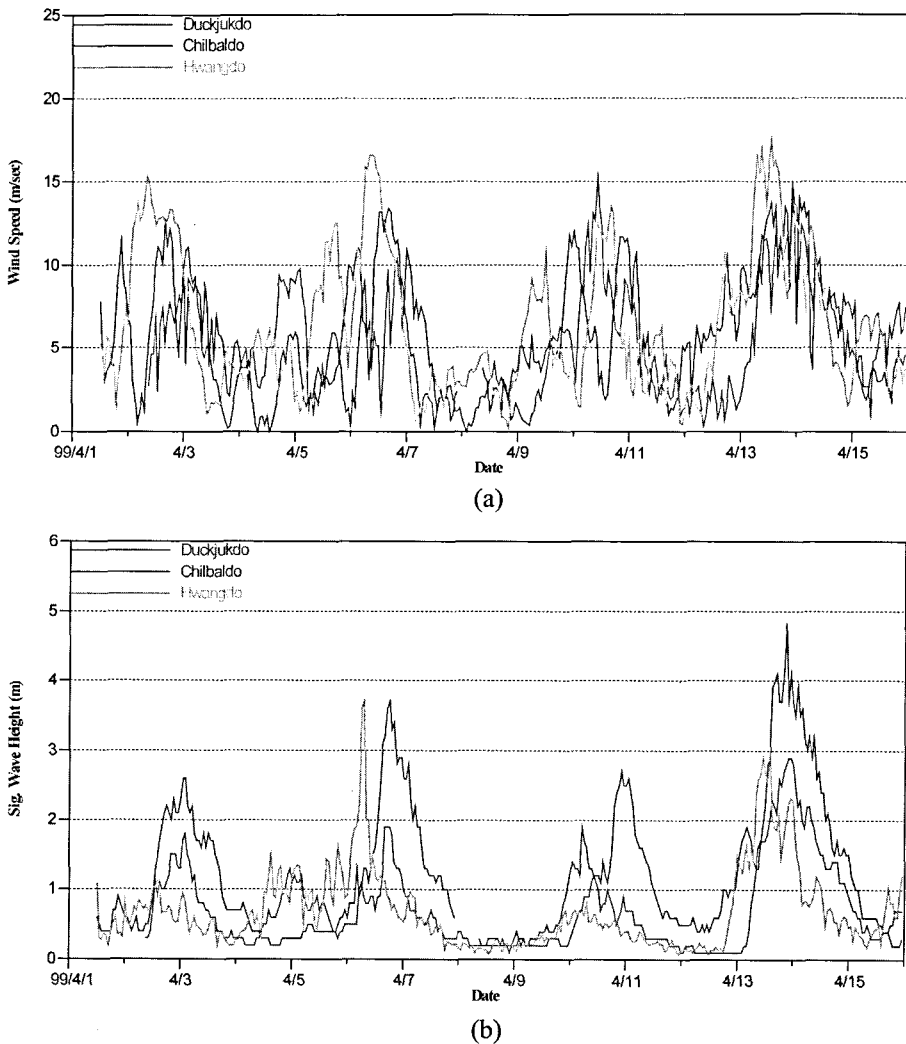


Fig. 3. Time series of (a) wind speeds and (b) significant wave heights from 1 to 15 April 1999.

압자료는 해면경정을 하여 기압에 따른 해수면 상태를 분석하였다. 해면경정은 다음 식에 의해 수정하였다.

$$\Delta B = B \left[ \exp \frac{gh}{287.04 \left( 273.15 + \frac{t + (t + \Gamma h)}{2} + \epsilon_m \right)} \right]$$

여기서,  $\Delta B$ 는 해면경정치,  $B$ 는 관측기압이며,  $g$ 는 중력가속도,  $h$ 는 해발고도,  $t$ 는 기온 그리고  $\Gamma$ 는 기온 감률로  $0.005^\circ\text{C}/\text{m}$ ,  $\epsilon_m$ 은 수증기에 의해 결정되는 값이다(소선섭과 이천우, 1996).

세계기상기구(WMO)에서는 해상풍을 해면위 10 m에서 부는 바람으로 정의하고 있다. 부이에서 관측되

는 바람은 센서의 위치가 2 m 이상이며 이럴 경우에는 보통 10 m의 기준면으로 보정하지 않고 사용하지만, 황도에서 관측된 바람은 10 m의 기준으로 보정할 필요가 있다.

$$U_c = U \cdot C_F \cdot C_T \cdot \frac{\ln(10/Z_{ou})}{\ln(Z/Z_{ou})} \cdot \frac{\ln(60/Z_{ou}) \ln(10/Z_o)}{\ln(10/Z_{ou}) \ln(60/Z_o)}$$

여기서,  $U$ 는 고도  $Z$ 에서 관측된 값,  $C_F$ 는 바람의 뒤틀림 보정인자,  $C_T$ 는 지형에 의한 보정인자,  $Z_{ou}$ 는 바람이 부는 지형의 거칠기 길이(station specific roughness length) 그리고  $Z_o$ 는 거칠기 길이(roughness length)를 의미한다.  $C_F$ 는 바다에서와 같이 장애물이 없을 경우에는 " $C_F=1$ "로 무시되며,  $C_T$

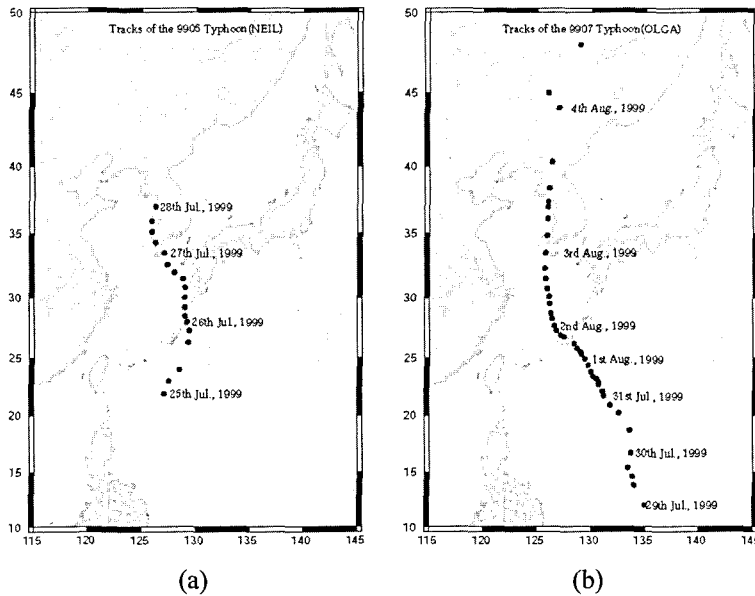


Fig. 4. Tracks of (a) 9905 Typhoon (Neil) and (b) 9907 Typhoon (Olga).

역시 평탄한 지형에서는 “ $C_T=1$ ”로써 무시된다. 또한  $Z_{00}$ 는 바람이 부는 지형의 거칠기이므로 경사면이 없는 지역에서는 0.0001 m를 사용하며, 외해역에서  $Z_0$ 는 0.0002 m를 사용한다(WMO, 1996).

### 저기압 통과시 서해 연안지역의 해상상태

1999년 봄철 저기압에 대한 중관기상 상태를 파악하기 위한 지상 일기도를 Fig. 2에 나타내었다. 4월 8일 중국 화중지방에 위치하고 있던 1010 hPa 이하의 저기압이 4월 9일 00 UTC 경에 서해로 접근하고 있다. 이 저기압 세력은 계속 동진하면서 서해를 가로질러 4월 9일 12 UTC 경에 한반도 서해안지역에 상륙하였다. 만주 북서지역에서 발달한 1020 hPa 이상의 고기압 세력도 동해쪽으로 빠져나가는 기압장의 분포양상을 보였다. 4월 10일~11일 경에 서해 해상은 고기압 세력에 의해 지배되고 있으므로 서해상의 날씨는 비교적 양호하였다. 4월 11일 12 UTC에는 중국 양자강지역에 1004 hPa 이하의 강한 저기압 세력이 형성되고 있고, 이 세력은 서해를 가로지르면서 4월 12일 00 UTC 경에는 중심기압이 996 hPa로 성장하여 한반도에 상륙하였다. 그리고 4월 13일 00 UTC 경에는 중국 화중지방에 위치하고 있는 고기압세력과 동해상에 머물고 있는 저기압의 영향으로 서고동저의

기압장 분포를 보이고 있다.

Fig. 3은 1999년 봄철 서해 연안지역에서 4월 1일부터 15일까지 관측된 풍속과 유의파고를 시계열로 나타낸 것이다. 이 기간동안 4번의 풍속 봉우리가 나타나고 있다. 즉, 4월 2~3일, 6~7일, 10~11일, 13~14일 경에 10 m/sec 이상의 풍속이 1일 정도 지속되는 경향을 보이고 있다.

서해 중부연안 지역에 위치해 있는 황도에서의 바람이 덕적도나 칠발도에서 관측된 바람보다 수 시간 정도 빠른 위상을 나타나고 있으며, 풍속도 두 해역보다 강한 경향이 나타난다. 이러한 것은 이동성 저기압의 중심이 우리나라 태안반도를 지나게 되므로 나타나는 결과라고 유추할 수 있다. 한편 풍속이 4번의 봉우리를 이루듯이 유의파고도 같은 시기에 4번의 봉우리를 이루고 있다. 봉우리를 보면 황도에서의 위상이 덕적도나 칠발도에 비해 빠르게 나타나고 있다. 그러나 풍속이 황도에서 가장 강했던 것에 비해 파고는 그렇지 않다. 파고는 칠발도에서 가장 높으며 황도에서는 덕적도보다 약간 낮은 것으로 보인다.

### 태풍 접근시 해상상태

태풍 Neil(9905호)과 태풍 Olga(9907호)는 서해 연안을 따라 북상하였으며, Fig. 4는 태풍 Neil과 태풍 Olga의 진로도이다. 9905호 태풍 Neil은 7월 25일

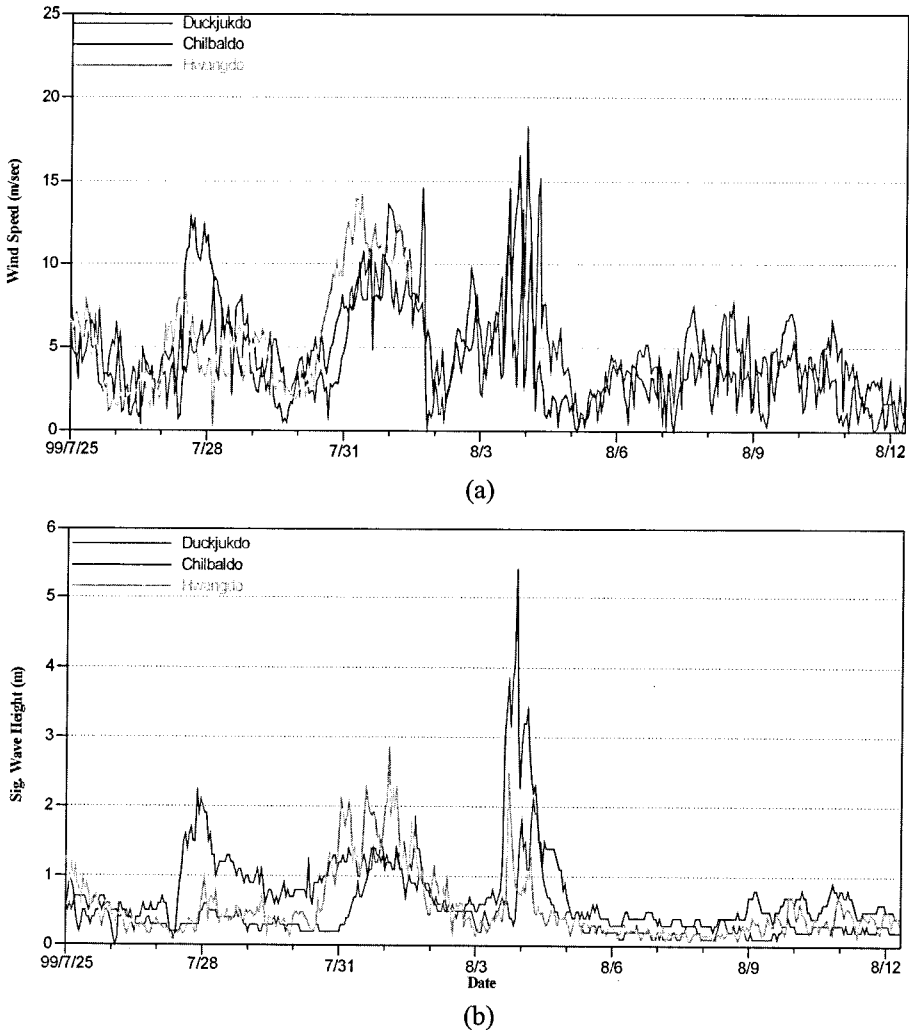


Fig. 5. Time series of (a) wind speeds and (b) significant wave heights from 25 July to 12 August 1999.

00 UTC에 21.9 N, 127.1 E에서 발생하였는데, 당시 중심기압은 992 hPa, 중심 최대풍속은 30 Knot이며 이동방향과 속도는 각각 NNW와 6 Knot이다. 이 태풍은 7월 25일 18 UTC부터 7월 26일 21 UTC까지 STS(강한 열대 폭풍우)로 발달하였지만 태풍으로는 성장하지 못하였다. Neil이 우리나라에 접근하는 시기에는 중심기압 985~990 hPa, 중심 최대풍속 40~45 Knot정도인 TS(열대폭풍)로 약화되다 7월 28일 00 UTC에는 태풍 특성을 소실하였다. 한편 9907호 태풍 Olga는 7월 29일 12.0 N, 135.0 E에서 발생하였는데, 중심기압은 1000 hPa, 중심 최대풍속은 30 Knot로 비교적 약한 태풍의 특성을 나타내고 있었다. Olga는 발생 후, NNW 내지는 NW으로 계속 진행하

다가 8월 2일 06 UTC 경부터 북진하였다. 그런데 이 태풍은 8월 1일 12UTC~15UTC에는 중심기압이 970 hPa, 최대풍속 65 Knot의 태풍으로 성장하였는데 북진하면서는 중심기압과 풍속이 각각 5 hPa, 5 Knot 정도 약화되어 진행하고 있다. 특히 서해 남쪽 입구에 도달하였을 때는 STS로 다소 약화되면서 우리나라에 영향을 미쳤다. 8월 4일 00 UTC경에는 저기압으로 변질되었다.

1999년 7월 말과 8월 초에 9905호 태풍 Neil과 9907호 태풍 Olga는 서해 연안해역을 따라 북상하는 유사한 경로를 형성하였다. 태풍 Neil과 Olga 발생 전·후 서해 연안지역에서 관측된 해상상태는 Fig. 5에 나타내었다. 7월 27~28일, 7월 31~8월 1일 그리

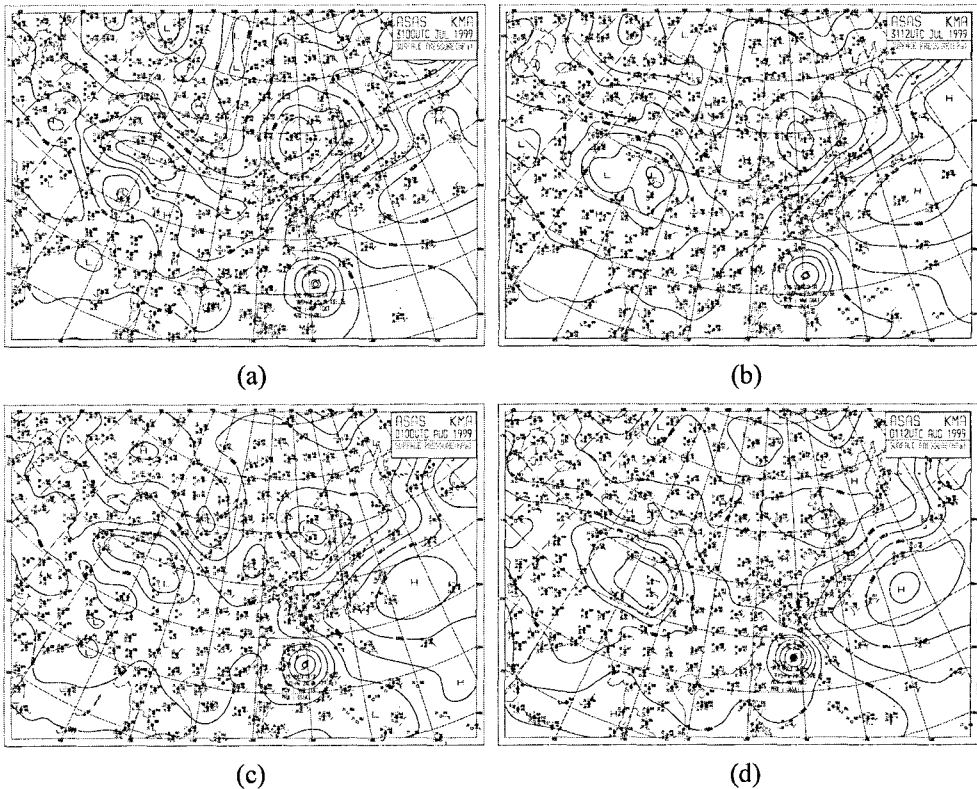


Fig. 6. Surface weather maps from 31 July to 1 August 1999.

고 8월 3일은 5 m/sec 이상의 바람이 지속되고 있다. 황도에서 관측된 바람은 덕적도와 칠발도의 부이에서 관측된 바람보다 다소 빠른 위상을 보여주고 있다. 이와 같은 결과는, Fig. 4에서 이동성 저기압이 서해를 가로지르면서 통과할 당시와 유사하다. 그러나 황도의 풍속이 덕적도와 칠발도보다 더 세지는 않는다. 그에 비해 파도는 7월 31일을 제외하고는 칠발도에서 위상도 빠르고 파고도 가장 높다. 그런데 7월 31일~8월 1일 사이에는 9905 태풍 Neil이 태풍 고유의 성질이 완전히 소진된 시기이며, 9907 태풍 Olga는 아직 서태평양상에서 동중국해로 접근하려고 하는 시기이다. 그럼에도 불구하고 이 시기의 바람이 Neil이 우리나라에 접근할 당시보다 높게 나타나고 있다.

7월 31일~8월 1일 사이의 지상일기도(Fig. 6)에서 만주지역과 동해 상에 고기압 세력이 위치해 있고 화중지방에는 저기압이 위치해 있는 기압 패턴을 유지하고 있으며, 동중국해상에는 9907 태풍 Olga가 자리잡고 있으므로 서해 상에서는 말안장부형의 기압 배치를 유지하고 있다. 특히 서해상의 기압이 북동~

남서방향의 기압대에 의해 다소 강한 바람장이 형성되는 양상을 보여주고 있다. 따라서 저기압으로 세력이 소진된 9905 태풍 Neil이 우리나라에 접근하였을 때보다 말안장부의 기압배치에 따른 기압대가 서해상에 위치해 있을 때의 바람이 다소 강하게 형성되고 있음을 알 수가 있다. 서해상의 기압배치가 말안장부형을 유지하는 7월 31일~8월 1일 사이에 황도에서 관측된 파고가 비교적 높게 나타나는 것을 제외하고는 한반도 남서 연안지역에 위치해 있는 칠발도 근해상의 파고가 대체로 높은 파고를 유지하고 있다. 특히 Neil과 Olga 발생 당시에는 칠발도에서 관측된 파고가 타 해역에서 관측된 파고의 약 두 배정도 높게 나타나고 있는 것이 특징이다. 또한 경기만에 위치해 있는 덕적도 근해는 파고도 낮고 위상도 다른 해역에 비해 늦게 나타나고 있다.

### 폭풍 해일

폭풍 또는 태풍이나 강한 저기압에 의해 비정상적



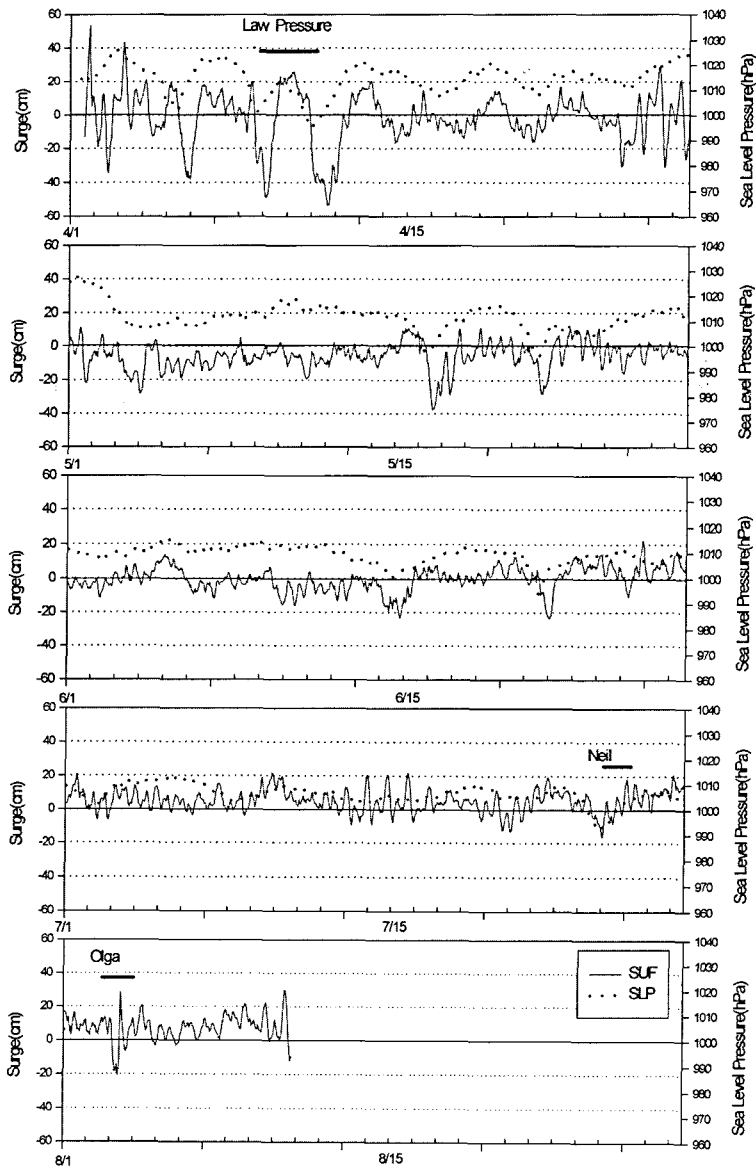


Fig. 7. Time series of the storm surge (dotted line) observed at the 30 m depth with Wave-Tide Recorder and sea level pressures (solid line) observed at the 70 m height with the AWS at the Hwangdo from 1 April to 12 August 1999.

인 해수면의 상승이나 하강을 폭풍해일이라 하며, 해수면이 천문조 보다 낮을 경우 음의 해일, 천문조 보다 높을 경우 양의 해일이라 한다. Redfield and Miller(1957)는 대서양의 폭풍해일을 분석한 결과, 해일의 진행 과정을 전구파(Forerunner), 폭풍해일(Storm surge), 후구파(Resurgence)의 3단계로 구분하였다. 전구파 단계는 태풍이 연안에 도착하기 이전에 완만하고 소규모의 진동을 보이는 단계이다. 이는 해

일의 전파속도가 태풍의 이동속도보다 빠르기 때문이다. 폭풍해일 단계는 태풍 중심이 연안지역에 도달하여 수 시간 동안에 나타나는 현상으로 저기압에 의한 해면 상승과 바람에 의한 급격한 해면 상승 또는 하강 효과가 중첩되어 나타나는 것이다. 후구파 단계는 해일이 지나고 난 후, 해면 변화의 관성 운동과 해저지형 요인에 의한 고유 진동이 복합되는 후속 해면 진동을 의미한다.

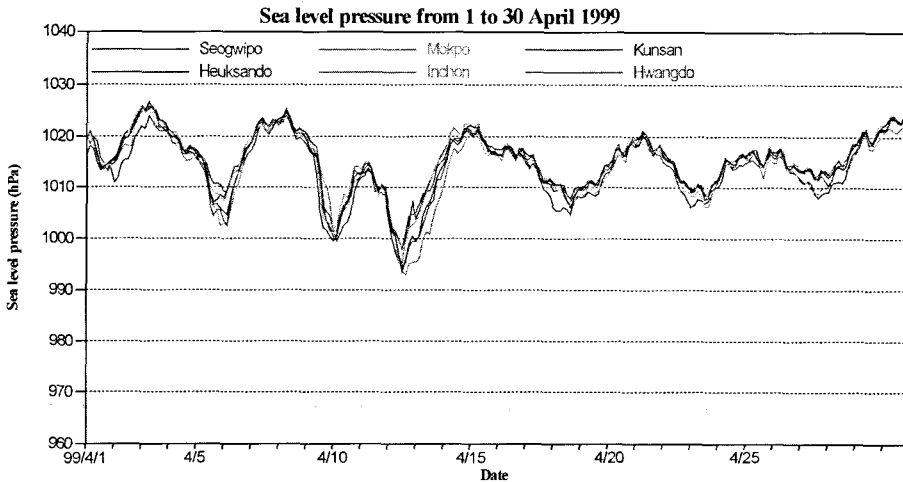


Fig. 8. Time series of sea level pressure at the Seogwipo, Mokpo, Heuksando, Hwangdo, Kunsan and Incheon from 1 to 30 April 1999.

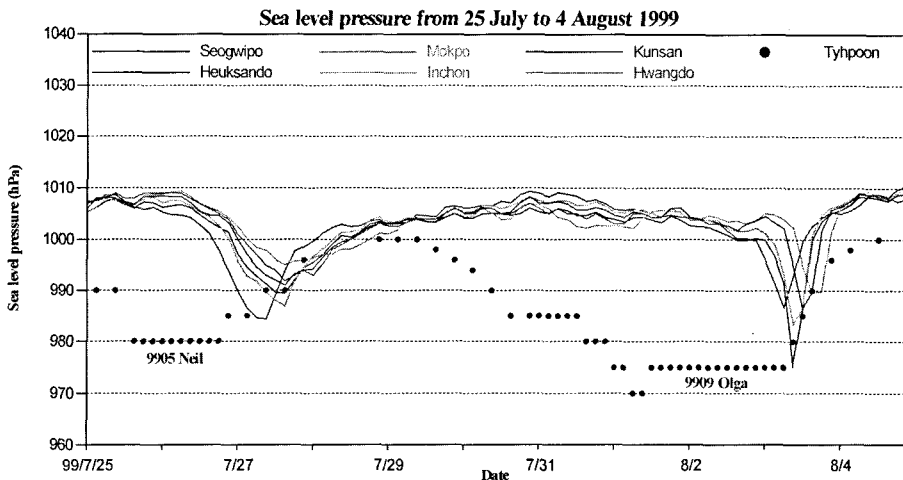


Fig. 9. Same as in Fig. 8 but for the period from 25 July to 4 August 1999.

여름철 우리나라에 영향을 미치는 태풍은 연안지역에 큰 해일을 유발시키고 있으며, 봄철 이동성 저기압에 의해서도 큰 해일이 발생하고 있다(김태희 외, 1998; 김태희 외, 1999). 이 연구에서는 1999년 4월 12일 강한 저기압과 9905호 태풍 Neil 및 9907호 태풍 Olga가 서해를 따라 북상에 발생하는 해일에 대하여 분석하였다. Fig. 7은 압력식 파고·조위계에서 관측된 해수면 자료에서 산출된 해일과 해면기압을 나타낸 것이다. 4월 6일경과 9일 경에 약 40 cm의 강한 음의 해일이 발생한 이후 약 20 cm의 양의 해일이 발생하고 있다. 또한 서해상에 강한 저기압이 통과하던 4월 11~13일 사이에는 음의 해일 발생 후

20 cm 이상의 큰 양의 해일이 약 24시간 이상 지속되고 있음이 특징적이다. 9905호 태풍 Neil과 9907호 태풍 Olga가 서해를 따라 북상할 시기에 발생하는 해일 현상을 살펴보면, 저기압에 의해 발생하는 해일에 비해 상당히 약한 현상이 나타나고 있다.

태풍 Neil인 우리나라 근해에 도달했을 때는 이미 태풍으로의 고유한 특성은 소멸되어 저기압 특성만 나타나고 있어 해일 현상도 지속성이 약하고 저기압에 의해 발생하는 것보다 훨씬 낮게 나타나고 있다. 9907 태풍 Olga는 서해 연근해를 따라 우리나라 중부지방까지 북상하는 태풍이었으나(Fig. 4 참조), 8월 3일 경에 일시적으로 20 cm 정도의 해일이 나타나고

있을 뿐이다.

Fig. 8과 9는 해면기압과 폭풍해일의 관계를 종관적으로 살펴보기 위하여 각각 4월 1일부터 4월 30일까지, 7월 25일부터 8월 4일까지 서귀포, 목포, 흑산도, 군산, 인천지역의 해면기압과 황도에서 관측된 해면기압을 나타낸 것이다. Fig. 9에는 태풍 중심기압도 나타났다. 봄철 이동성 저기압이 화중지방에서 서해를 가로질러 이동할 때, 해면기압은 여러 위치에서 거의 같은 위상을 보이고 있다. 흑산도는 지리적으로 황도보다 남서쪽에 위치하므로 서해상의 이동성 저기압에 의한 해면기압은 황도보다 빠른 위상으로 나타날 것으로 추측되지만 서해 연안지역과의 위상차이가 거의 나타나지 않고 있다. 4월 12일에는 995 hPa의 강한 저기압이 발생하였는데, 그 이전인 4월 6일 및 9일에도 대체적으로 1005 hPa 이하의 저기압이 서해에 영향을 미쳤다. 그러나 주위나 전 후의 기압차이를 본다면 태풍보다 저기압 때에 기압차이가 더 큰 것을 볼 수 있다. 이러한 결과를 Fig. 7과 연결하여 유추하면, 저기압에 의한 해일은 관측 지점의 기압에 의한 국지적인 영향이 아니라 서해를 지배하는 기압장에 의해 발생하는 종관적 규모의 현상으로 나타나기 때문에 더 강한 해일을 발생시킨 것으로 보인다.

## 결 론

1999년 봄철 화중지방에서 발달한 강한 이동성 저기압은 서해를 가로질러 한반도에 상륙하며 우리나라에 영향을 끼쳤으며, 9905 태풍 Neil과 9907 태풍 Olga는 서해 남부해역에서 서해 연안해역을 따라 북진하면서 우리나라에 영향을 끼쳤다. 이 두 기상현상 발생 시 서해 연안지역에서 발생하는 해상상태를 비교하였다.

봄철 이동성 저기압 발생 시 해상풍은 서해 중부해상이 경기만이나 한반도 남서연안해역보다 강하게 나타나고 있고 위상도 다소 빠르게 나타나고 있다. 이러한 것은 저기압 중심부의 풍속이 주변 지역에 비해 빠르고 강하게 나타나기 때문으로 보인다. 부이로 관측된 파고는 이에 수반되어 발생하는 파고는 주변의 지형적 영향으로 다르게 나타날 수 있다는 것을 보여주었다.

태풍 Neil은 한반도로 접근하면서 태풍으로의 고유한 성질이 소멸되었고 강한 저기압으로 변하였다. 따라서 칠발도 부근해역에서 1m 이상의 유의파고가 나

타나는 것을 제외하고는 비교적 1m이하의 낮은 파고를 유지하고 있다. 9907태풍 Olga가 서해 남부해역에서 북상할 시기에도 칠발도 근해상에서 5m 이상의 높은 유의파고를 발생하고 있으며, 북쪽으로 갈수록 낮은 파고가 나타났다.

폭풍해일은 봄철 이동성 저기압이 서해를 가로질러 통과할 때가 태풍이 서해를 따라 북상할 때 보다 큰 폭의 해일이 나타나고 있으며 지속시간도 길게 발생하고 있다. 이것은 서해 상에서 발생하는 이상해수면 상승은 종관적인 기압장에 의해 영향을 받을 때 더 커질 수 있다는 것을 의미하며, 태풍과 같이 빠르게 이동하는 저기압에 의해서는 해수면 상승효과가 오래 지속되지 않는 특성을 보여준다.

## 사 사

이 연구는 기상연구소 “해양기상 관측 및 조사”와 “연구용 해양기상관측시스템구성”의 지원에 의해 수행되었습니다. 본 논문을 위하여 유익한 지적과 충고를 해주신 심사위원님들에게 감사드립니다.

## 참고 문헌

- 김성일, 1988, 남해안 근처를 통과하는 태풍에 의해 발생하는 해면변화에 대한 연구. 서울대학교 석사학위논문, 70 p.
- 김태희, 이기선, 이현정, 홍 윤, 신윤희, 1999, 남서해안 이상해면 상승시 기압계 특성 연구. 한국기상학회 1999년 춘계학술발표회, 252-254.
- 김태희, 이현정, 이기선, 홍 윤, 김우규, 1998, 기상과 바람에 따른 해수면 변동성 연구. 한국지구과학회 1998년도 추계학술발표회, 95.
- 서병덕, 허 룡, 임관창, 1999, 백중사리 시기의 조석예보 및 실측자료 분석. 1998년 수로기술연보, 17-22.
- 소선섭, 이천우, 1996, 기상관측법. 교문사, 서울, 377 p.
- 오임상, 김성일, 봉종현, 1988, 한국 남해를 통과하는 태풍에 의한 폭풍해일 연구. 한국기상학회지, 24 (3), 72-84.
- 오임상, 문일주, 박명숙, 이동은, 1997, 1997년 여름철 ‘백중사리’ 재구성. 한국해양학회 1997년도 추계학술발표회, 31.
- 윤용훈, 오임상, 김충기, 홍 윤, 1998, ‘97 백중사리 기간중의 이상 해면에 대하여. 기상연구논문집, 15 (1), 16-25.
- 이석우, 1997, 1997년 백중사리시 서해안의 고극조위. 항만, 21 (2), 16-37.
- 최병호, 1985, 동지나해의 1978년 하계 폭풍해일의 산정. 한국해양학회지. 20 (1), 1-11.
- 황진봉, 1971, 한국연안에 있어서 기상교란에 의한 해면변화: I 태풍빌리호(1970년)와 남·서해안의 이상고조현상.

- 한국해양학회지, 6(2), 92-98.
- Aanderaa, 1997, Wave and Tidal Recorder (WTR-9) Operating Manual. Technical Description No. 194.
- Oh, I.S. and Kim, S.L., 1990, Numerical simulations of the storm surges in the seas around Korea. Journal of Oceanographical Society of Korea, 25 (4), 161-181.
- Redfield A.C. and Miller, A.R. 1957, Water levels accompanying Atlantic coast hurricanes. Meteorological Monographs. 2 (10), 1-23.
- WMO, 1996, Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, 6th edition, No. 8.

---

2004년 2월 6일 원고 접수  
2004년 3월 18일 수정원고 접수  
2004년 3월 20일 원고 채택