

기라 수중작업은 전무상태인바 지역적 특수성을 고려 조기발주 및 태풍래습기 작업손실에 대한 이월공사를 병행하면 자연적인 재해에 대한 피해는 극소화 시킬 수 있으리라 본다.
어항공사가 비교적 타항만공사에 비하여 규모가 적을지

라도 안이하게 생각하는 것은 금물이며, 전술한 바와같이 안전관리 측면에서 발생하는 재해는 사전에 충분한 경험을 토대로 대비책을 수립하여 재해를 미연에 방지할 수 있도록 우리 어항공사에 종사하는 기술자들이 최선의 노력이 요망

되며 태, 폭풍래습에 따른 재해에 대한 경우도 능동적으로 대처하여 피해의 극소화 방안 모색에 발주처와 항만현장에 종사하는 기술자들이 많은 연구와 사례를 검토하여 방재에 대한 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.ㄹ

颱風4~5개, 그중 2개정도가 危險

蔡 鍾 德 <氣象廳 豫報管理課長>

해안재해 더욱우심

최근들어 지구촌 곳곳에서 이상기상 발생빈도가 과거에 비해 잦아지는 경향을 보이고 있으며 그 규모도 대형화 추세를 보이고 있다. 특히 해안역은 태풍, 폭풍, 해일 등 악기상에 의한 재해에 직접적으로 노출되어 있어 그 피해정도가 타지역보다 크게 된다.

우리나라는 지난 87년 7월

15일 남해안에 내습한 태풍으로 사상유례없는 인명과 재산상의 손실을 입은 바 있으며 특히 태풍의 일차적인 상륙지역인 남해안은 해일과 폭풍우로 인해 해안시설물이 파괴되는 등 엄청난 재산과 인명피해를 입은 바 있다.

최근 외신에 의하면 지난 4월말경 방글라데시에서 초대형 태풍이 내습하여 해안과 도서지방에 6m높이의 해일이 발생하는 바람에 20여만명의 인명

피해와 15억불의 재산피해를 입기도 하였다.

우리는 이러한 피해를 줄이기 위해서는 항구적인 악기상 방재대책을 세워 추진해야 하겠으나 우선 예견되는 여름철 악기상에 효과적으로 대처해서 그 피해를 최소화해야 할 것이다.

금년 태풍내습 전망과 태풍역내의 기상특징

기상청은 금년 여름 예년과 비슷하게 25~26개 정도의 태풍이 발생하고 그중 4~5개가 우리나라 부근으로 북상할 것으로 예상되며 그 가운데 2개 정도가 영향을 줄 것으로 전망하고 있다.

○ 태풍의 크기 및 강도분류

태풍의 강도는 과거에는 중심기압으로 나타내고 기압이 낮을수록 강한 것으로 분류하였으나 앞으로는 최대풍속에 의해 계급분류(표1)를 하게되며 태풍의 크기는 풍속 15m/s 이상의 반경의 크기 (표2)로 나타낸다.

(표 1) 강도에 따른 태풍분류

계 급	최 대 풍 속	영문표기
약	17-25m/s (34-48knots)미만	TS
중	25-33m/s (48-64knots)미만	STS
강	33-44m/s (64-85knots)미만	TY
매우강	44-54m/s (85-105knots) 미만	TY
망렬함	54m/s (105knots)이상	TY

(표2) 크기에 따른 태풍분류

계 급	풍속15m/s이상의 반경
극소형	200km미만
소형	200-300km미만
중형	300-500km미만
대형	500-800km미만
초대형	800km미만

○ 우리나라에 영향을 준 태풍 내습경로

우리나라에 영향을 주는 태풍은 북위 30도부근에서 대부분 북동쪽으로 전향하게 되고 전향한 후에는 이동속도가 빨라지면서 우리나라 부근해역을 통과한다.

통계에 의하면 동중국해에서 한반도를 가로질러 동해로 진행되는 태풍은 전체의 55%로, 이러한 진로는 주로 8월경에 잘 나타난다. 또한 7월의 태풍은 대만 부근에서 중국 연안을 따라 서해쪽으로 북상하는 경

향이 높고, 9월에는 북태평양 고기압 세력의 약화로 태풍은 우리나라 남해상을 거쳐 일본 열도를 따라 북동진 하는 경향이 많으나 “사라”태풍(그림1참조)과 같이 우리나라 남동해안을 지나 북동진하는 경우도 있다. 그리고 태풍은 그림2에 표시한 바와 같이 이따금 이상진로로 진행하는 경우가 있다.

○ 태풍통과시 바람 및 기압 변화

북상중인 태풍은 접근하는 방향에 따라 기압의 변화가 다

르다.

태풍중심이 우리가 있는 곳(P)의 서쪽을 통과할 때는(A의 경우)북동풍-동풍-남동풍-남풍-남서풍의 순으로 바뀌고, 풍속은 남풍이 되었을 때 가장 강하며 (중심에서 가장 가까울 때임)남서풍이 되면 바람도 약해지고 중심권으로부터 멀어지게 된다.

태풍중심이 우리가 있는 곳을 통과한 후 북동쪽으로 이동하는 경우는 (B), 태풍중심이 통과하기 전까지는 북동풍으로 풍속이 점점 강해지다가 통과한 후에는 풍향이 반시계 방향

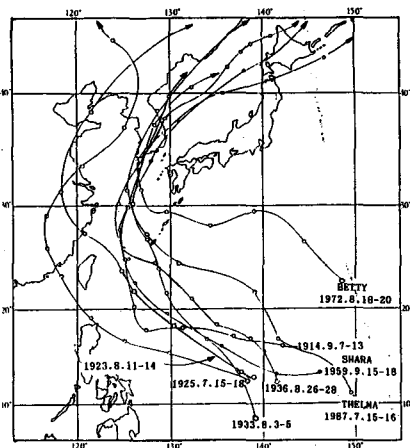


그림1 우리나라에 큰 피해를 끼쳤던 태풍경로도

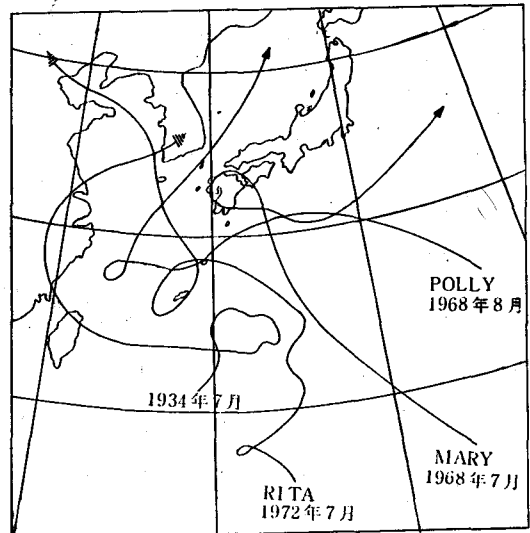


그림2 태풍의 이상 경로도

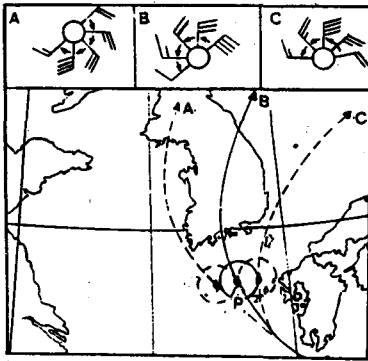


그림3 태풍통과시 바람 및 기압변화

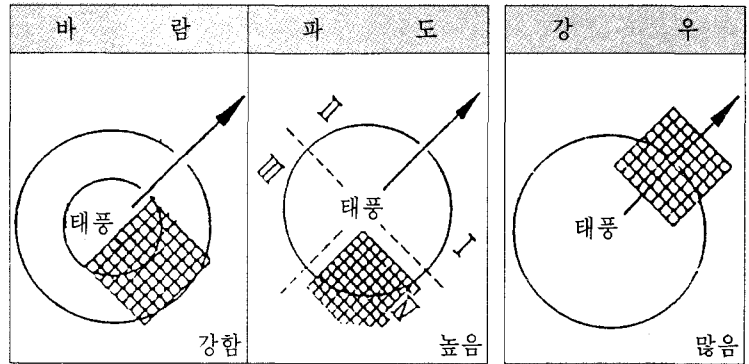


그림4 태풍역내의 악기상 출현지역

으로 변하면서 풍속도 점차 약해진다.

태풍중심이 우리가 있는 곳의 동쪽을 통과할 때는(C) 동풍-북동풍-북풍-북서풍-서풍의 순으로 변하고, 풍속은 북풍이 되었을 때 가장 강하며(중심에서 가장 가까울 때임)서풍이 되면 바람도 약해지고 중심권으로 부터 떨어지게 된다.

태풍이 접근하여 오면 기압은 하강하고 풍속은 점차 강해진다. 이러한 현상이 지속되면 우리는 태풍의 전방에 있게 되며 곧 태풍의 접근이 예상된다.

반대로 기압이 점차 상승하고 바람이 약해지면 태풍은 우리가 있는 곳을 통과했음을 의미한다.

○ 태풍권내의 바람, 파도, 강우의 세기

태풍권내에서의 바람, 파도 및 강우의 세기는 위 그림과 같다.

화살표는 태풍의 진행방향으

로, 북반구에서 태풍 진행방향의 오른쪽 반원에서 강하고, 파도는 오른쪽 반원의 후반부 즉, 제Ⅳ상한에서 제일 높다.

지금까지 태풍 내습시 우리나라에서 관측된 기록적 강풍은 표3과 같으며 최대순간풍속의 1위는 "사라"태풍 통과시에 제주에서 관측한 46.9m/s이고 파도는 우리나라 해안에 접근하면 낮아지지만 4~5m정도의 높은 파도가 발생하기도 한다.

이처럼 태풍의 오른쪽 반원은 강풍과 높은 파도로 인하여 해일이 발생하기 쉬운 구역으로 태풍 접근시 오른쪽 반원에서 조업, 정박중인 선박들은 특히 세심한 주의를 하여야 한다. 이러한 점들이 왼쪽 반원의 구역은 안심할 수 있다는 것은 아니다. 오른쪽 반원보다는 그 강도가 약하지만 왼쪽 반원 역시 태풍으로 인한 악기상이 항상 존재한다는 사실을

[표 3] 태풍 통과시 순간최대풍속 순위

1955~1990

순위	태풍명	관측소	순간최대풍속 (m/s)	발생일시
1	사라(Sarah)	제주	북북동 46.9	59. 9. 17 05:24
2	사라(Sarah)	울릉도	북 46.6	59. 9. 17 21:39
3	사라(Sarah)	여수	북동 46.1	59. 9. 17 09:35
4	엠나(Emna)	여수	북동 45.7	56. 9. 10 02:40
5	루이스(Louise)	포항	동북동 44.3	55. 9. 30 14:54
6	다이나(Dinan)	부산	북동 43.0	87. 8. 31 01:10
7	사라(Sarah)	부산	동북동 42.7	59. 9. 17 10:22
8	오키드(Orchid)	울릉도	북동 42.3	80. 9. 11 16:45
9	리타(Rita)	제주	남남동 41.5	72. 7. 26 06:29
10	헬렌(Helen)	울릉도	남 41.4	61. 8. 4 04:05

(표 4) 태풍 통과시 일최다 강우량 순위

1904~1990

순위	태풍번호	태풍이름	관측점	일강우량 (mm)	발생일
1	8118	애그니스(Agnes)	장흥	547.4	81. 9. 2
2	8118	애그니스(Agnes)	고흥	487.1	81. 9. 2
3	8118	애그니스(Agnes)	해남	477.5	81. 9. 2
4	8118	애그니스(Agnes)	완도	414.3	81. 9. 2
5	7214	베티(Betty)	해남	407.5	72. 8. 20
6	8118	애그니스(Agnes)	목포	394.7	81. 9. 2
7	7119	올리브(Olive)	삼척	390.8	71. 8. 5
8	7214	베티(Betty)	이천	376.0	72. 8. 19
9	7911	쥬디(Judy)	충무	340.5	79. 8. 25
10	7502	메이미(Mamie)	산청	337.0	75. 7. 31

오는 방향으로 등을 돌리고 서서 양쪽 팔을 벌리면 왼쪽 손의 방향보다 약간 앞선 곳(왼손과의 각도 20~30도 정도)에 태풍 또는 저기압의 중심이 있다. 남반구에서는 이와는 반대로 바람이 불어오는 방향으로 등을 돌리고 서면 오른쪽 손의 앞쪽에 태풍 또는 저기압의 중심이 있다. (Boys Ballot법칙)

전선 부근에서는 바람이 급격히 변하여 이 법칙을 적용하기는 어렵고, 주로 태풍이나 등압선이 비교적 원형인 저기압에서만 이의 적용이 가능하다.

저기압과 전선 통과시의 기상특징

- 저기압의 이동경로와 폭풍역

우리나라 근해에서 저기압의 경로는 동북동-북동진하는 것이 많으며 드물게는 동진하는 경우도 있다. 이러한 저기압의 이동속도는 우리나라 연근해에

있어서는 안된다.

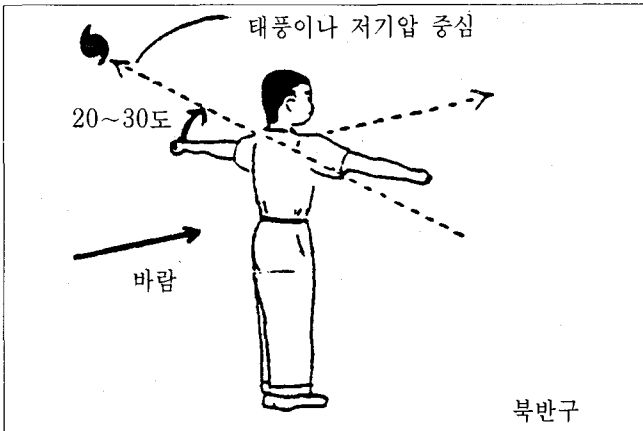
한편 강우량은 변화가 심하여 일률적으로 그 특징을 말하기는 다소 어려우나 비교적 태풍 진행방향의 전방에서 많다.

지금까지 태풍통과시의 일최다강우량 기록을 보면(표4) 1위는 81. 9. 2에 애그니스 태풍내습시 장흥지방의 547.1mm이다. 일반적으로 태풍이 해안에 상륙하면 강풍, 해일과 함

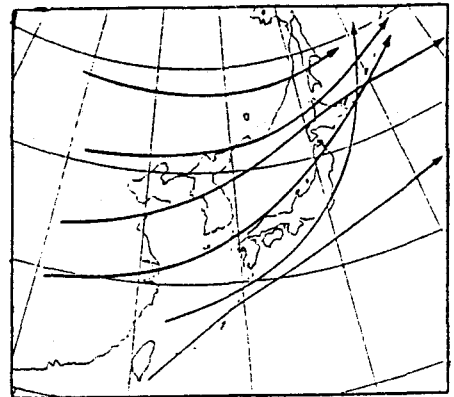
께 호우가 동반되어 해안역이 침수되는 등 그 피해를 가중시키게 된다.

- 태풍 및 저기압의 위치 찾는법

북반구에서 바람은 태풍이나 저기압 중심을 향해 반시계 방향으로 불어 들어 간다. 따라서 그림5와 같이 바람이 불어



(그림 5) 태풍, 발달한 저기압의 위치 찾는법



(그림 6) 저기압의 이동경로

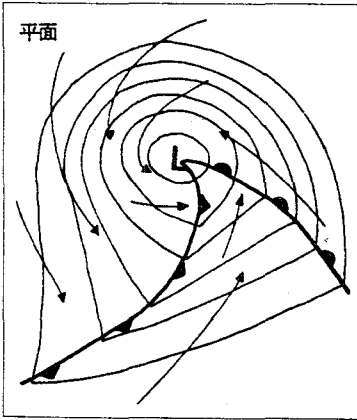


그림 7 전선을 동반한 저기압권 내의 바람

서는 시속 30~35km정도되며 여름철은 겨울철보다 이동속도가 느리고, 동경 140도를 넘으면 급속히 발달하고 이동속도가 빨라지는 경우가 많다.

우리나라 부근으로 이동하면서 크게 발달하여 자주 재해를 유발하는 저기압의 경로를 살펴보면 만주나 화북지방에서 동해중·북부 해역으로 빠져나가는 저기압은 상층에 한기

가 머무는 경우 동해에서 크게 발달하여 동해안이나 울릉도 해안에 폭풍이나 해일을 유발시켜 해안시설물에 피해를 가져다 준다.

대만부근해상에서 발생하여 북동진하는 저기압은 제주도 남쪽해상에서 유입되는 온난한 수증기를 공급받아 급속히 발달하여 이따금 남해안에 강풍을 유발시키기도 한다.

○ 저기압과 전선통과시 날씨 변화

전선이 통과할 때는 기압의 급상승, 풍향풍속의 급변 및 기온의 급강하 등 여러가지 기상요소들이 갑자기 변화하게 되므로 재해를 유발시킨다.

일반적으로 여름철에는 저기압 전면의 북동쪽과 한냉전선 부근에서 강풍과 높은 파도 및 해일 등이 주로 나타나고 겨울철에는 한냉전선 통과시와 그 직후에 가장 현저하다.

특히 전선을 동반한 저기압

이 접근할 때 주요 관심사항이 되는 것은 강한 바람과 폭풍우에 의한 악기상 상태로서, 전선에 동반된 돌풍은 각별히 주의할 하여야 한다. 돌풍은 전선 통과시 많이 발생하지만, 전선에서 어느정도 떨어진 곳, 즉 전선 전방 수십~수백km 되는 곳에서 발생하는 경우도 자주 있다. 그 예로는 적란운과 같은 구름이 서쪽 수평선상에 나타난다든지, 야간에 서쪽 하늘에서 천둥·번개현상이 있을 때 수시간내에 돌풍이 불어오는 경우가 많으며, 소나기나 폭풍우가 지나간 후 바로 돌풍이 부는 수가 있다. 따라서 현상들이 나타났을 때에는 사전 대비책을 신속히 강구하여야 할 것이다.

해 일

○ 폭풍해일

폭풍해일은 태풍 또는 발달한 저기압으로 인해 해수면이

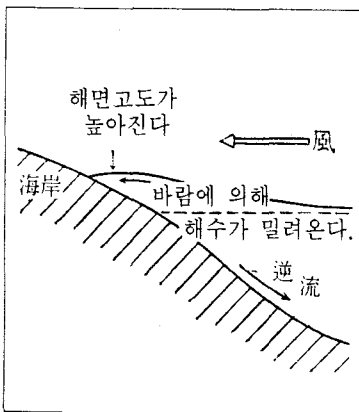


그림 8 폭풍에 의해 해안지대에서 해면이 높아지는 모양

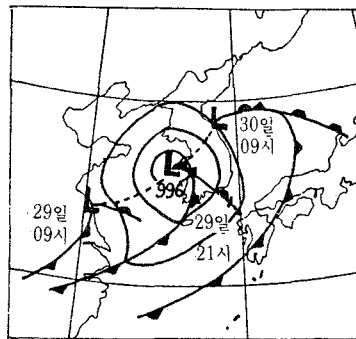


그림 9 폭풍해일을 유발한 저기압 경로도

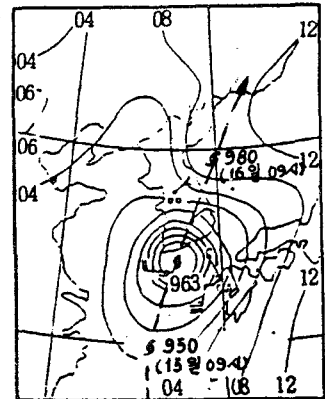


그림 10 셀마 태풍 일기도(87. 7. 15 21시)와 경로도

이상적으로 높아져서 발생하게 되고 이때 폭풍과 풍파에 의한 파압이 동시에 작용하여 선박이나 해안시설물을 파괴시킨다.

동해안은 주로 동계저기압 발달로, 남해안은 태풍의 영향으로, 서해안은 저기압이 급속히 발달하거나 강한 서풍계 바람이 불면 발생하기 쉬우며 이때 대조기(사리)시 만조시각과 일치하게 되면 해수면의 상승효과를 증대시켜 해일 발생이 용이해진다. (그림8 참조)

○ 최근 폭풍해일 발생 사례

- 1989. 8.30 서해안 저기압에 의한 해일(그림9 참조)
양자강에서 동진한 저기압이 서해안에서 996mb까지 급속히 발달하여 남서계의 강풍(군산: 순간최대풍속 24.6m/s)을 유발시켰고 또한 저기압의 해안 도달 시각과 만조시각(군산: 03시 33분, 조고 6.6m)이 거의 일치함에 따라 해일피해가 가중되었다.

- 1987. 7.15 태풍(셀마)에 의한 해일(그림10 참조)
7월15일 23시30분경 전남 순천만에 상륙한 태풍으로 해일이 발생하여 정박중인 선박과 해안시설물에 사상 유례없는 큰 피해를 입혔으며 태풍이 여수항에 접근시 중심기압은 975mb로서 태풍의 우측반원에 속한 해안지역은 남풍계의 강풍(여수: 순간최대풍속 40.3m/s)이 유입되고, 만조시각(여수: 00시 38분, 조고 3.5m)에 가까운 시간에 상륙함에 따라 큰 해일이 발생하였다.

○ 폭풍해일을 발생케 하는 기상 상태

① 늦은 가을과 겨울철에 서해상에서 저기압이 1000mb이하로 급격히 발달하고 적란운(번개구름)이 발생하면 돌풍을 동반한 해일이 서해안에 발생할 우려가 있고, ② 동해로 진출한 저기압이 크게 발달하면 동해상에 폭풍이 장시간 계속되어 해안에는 해일이 발생할 가능성이 높아지고, ③ 태풍이 남해안이나 서해안에 상륙하면 태풍 진행방향의 우측 영향권에 큰 해일이 발생한다.

저기압이 해안에 접근하면서 크게 발달할 때 대조기(음력 1일과 15일), 또 만조시각과 겹치면 폭풍해일이 발생할 가능성이 매우 높아지므로 방재대책을 강구하여야 한다.

○ 지진해일

지진해일은 해저에서 지진이 발생하여 지반이 함몰 또는 융기됨에 따라 발생하는 것으로 상당히 긴 주기(보통 15~30분)를 가지며, 발생지로부터 대양을 가로질러 수백~수천 km 떨어진 위치에도 큰 피해를 유발시킬 수 있다.

지진해일의 파장은 바다의 깊이에 비하여 길고 해수는 해저에서 해수면까지 거의 일정하게 움직인다. 따라서 수심이 낮은 우리나라 서해와 남해는 파가 진행도중 해저 마찰에 의해 감쇄되어 해일의 발생 가능성이 희박하나 수심이 깊은 동해안은 지진해일이 발생할 지리적 조건을 갖추고 있다.

지진해일의 전파 속도는 \sqrt{gh} (g: 중력 가속도, h:수심)로

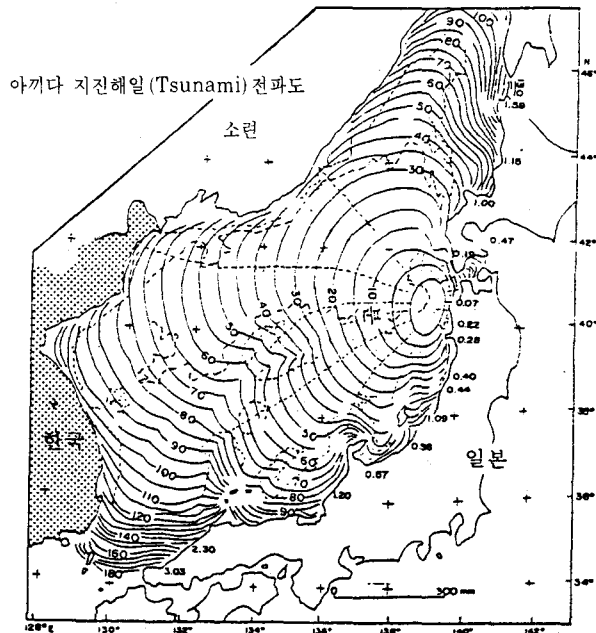


그림 11 동해 지진해일(83. 5. 26) 전파도

수심이 깊을수록 빨라진다.

만약 평균 수심이 2000m이면 140m/s(504km/h)로 전파되며 주기를 20분이라 하면 파장은 약170km정도이다.

○ 최근 지진해일 발생사례

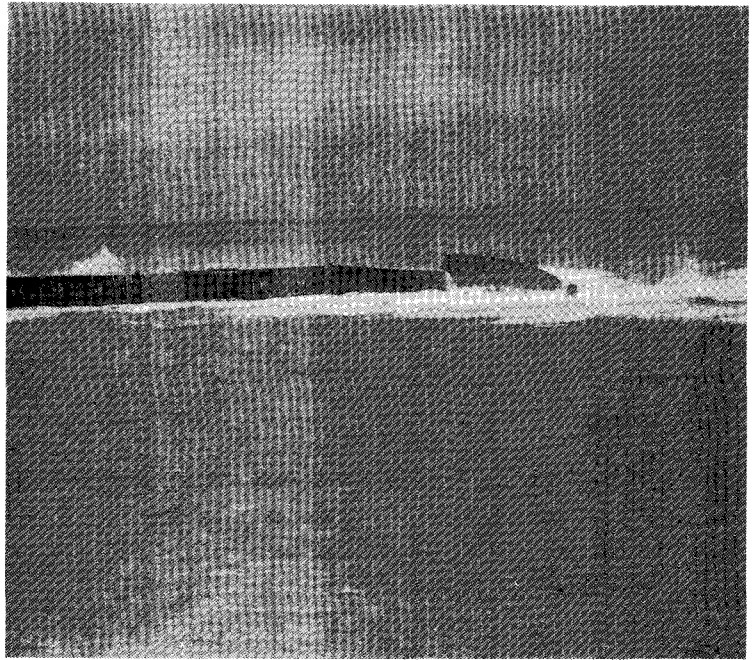
- 1983. 5.26 동해안에서 발생한 해일(그림11참조)

5월26일 12시경 일본 아끼다(秋田)앞 200km해저에서 발생한 지진(규모M = 7.7)으로 최대파고 6m의 수면상승을 가져와 우리나라 동해안의 묵호, 임원항에 파고 4m내외의 장주기파가 내습하여 많은 피해가 발생하였다.

이 지진의 발생지로부터 동해안 묵호항까지의 직선거리는 약 990km이고 동해의 수심은 1500~3000m이므로 해일 전파속도는 시속 400~600km가 되어 제1파는 해저지진 발생후 약1시간40분후에 도달하였다.(그림의 아끼다 해일전파 참조)

○ 지진해일 발생과 대책

우리나라 동해에서 보통 규모M = 6.0이상의 해저지진이 발생하면 동해안에는 지진해일 발생 가능성이 높아진다. 따라서 해저지진 발생정보를 들으면, 동해에서는 해일 전파속도가 시속 약500km로 매우 빠르게 이동하므로 해안피해 예상지역의 주민은 긴급 대피와 해일에 대한 신속한 대책을 강구하여야 하며, 특히 V자형의 만의 안쪽은 입구보다 해일의 높이가 3~4배, U자형은 2배



가량 더 커지므로 각별한 주의가 요망된다.

맺음말

최근 세계 기상학자들은 지구촌 기상이 심상치 않다고 경고하고 있다. 우리는 매년 여름철이면 연례행사처럼 찾아오는 불청객인 태풍으로 인해 막대한 피해를 입고 있으며 특히 태풍이 먼저 찾아오는 해안지대는 내륙에 비해 그 피해규모가 훨씬 커지게 된다. 기상청은 금년 여름기상전망에서 2개의 태풍이 우리나라에 영향을 줄 것이라고 발표하고 있다.

또한 발달한 저기압 통과로 인해 주로 발생하는 집중호우는 장마초기에 해당되는 6월 하순에서 7월초에는 남부지방에서, 장마 말기에는 중부지방에서 발생할 가능성이 높을 것

으로 전망하고 있으므로 올 여름에 닥칠 태풍, 폭풍, 호우, 해일 등 악기상 방재대책을 사전에 강구해야 할 것이다.

우리는 지난 87년 7, 8월 2개월 동안에 우리나라에 내습한 2개의 강한 태풍과 폭풍, 집중호우, 해일로 인하여 전국의 항만, 어항 및 기타 해안 시설물이 사상 유례없는 피해를 입은 바 있다. 기상재해는 예고없이 갑자기 닥치는 경우가 많으므로 기상재해의 미연방지를 위해 평상시에 사전대책을 세워 두어야 할 것이다.

그러나 우리는 여름철에 주로 발생하는 태풍이나 해일 등 악기상에 관한 충분한 지식을 이해하고 기상청에서 발표하는 태풍통보나 폭풍 또는 호우정보등을 충분히 이용하여 그 피해를 최소화시키도록 노력해야 할 것이다. ㉠