

東北大学工学部 正員 工博 若崎敏夫

全 上 正員 沼田 淳

全 上 正員 長谷直樹

1. 緒言

福島県沿岸の暴浪による侵蝕は、ここ十数年来著しく、海岸線の後退および海岸防護施設の災害は大きな規模におよんでいる。¹⁾これらの災害に因りて福島気象台および福島県土木部において災害事例の調査ならびに気象要因の研究のいづれがつけられているが、いまだ正確な原因の究明には至っていないようである。²⁾本報告は昭和34年以後の災害の概要を調査し、その代表的事例をとりあげてWilson法による波浪推算を試み、移動性低気圧による風域の形成とこれによる波浪の発達と吹送が、当海岸の災害時の高波の特性の一つであることを指摘しにものである。

2. 福島海岸の災害状況

昭和34年以後の当地方の災害例をひろうと、表-1のようになる。表にみられるように災害はいずれも低気圧または台風が東方洋上を通過する場合に生じており、さらにこのほかアリュエシャン列島附近に強大な低気圧が存在する場合も生じている。

いま代表的な事例を表-1の※印のように選び、このときの低気圧または台風の経路を追跡すると図-1となる。

台風の場合には中心がかなり福島海岸に近づくといふ影響が現われない。

しかし中心が沿岸に近づくとも波浪は急激に発達してピークを示す。しかし本州南岸に見られるようなピークの卓越は稀れである。³⁾沿岸を通過した後は中心が東進するとともに波向は南側より順次北側に回り比較的長時間にわたって余波が継続する。(ふ38年10, 及び40, 40) 低気圧の場合は冬期から早春にかけて多く現われ、黄海方面から発達しながら東進し、南東沖で北東あるいは東北東に転向する。ことに150Eから165Eにかけて970^{mb}程度に異常に発達したものは強大な波浪を当沿岸に送り込む。たしかに北方定東(39°N, 163°E)における冬季の平均波高は、38^mにのぼり、他の日本沿岸の平均波高の2倍に近い。日本沿岸の低気圧の経路は一般に、このコースをとる。また相ついで低気圧が通る場合は有効吹送距離が長大になって長期間にわたる高波が本海岸に襲来する。これら相つ

表-1. 福島海岸における災害記録

年月日	原因 気圧	波高 m	潮位 m	被害地	年月日	原因 気圧	波高 m	潮位 m	被害地
34.4.25	低1004.36	3.8	102	山田浜	38.1.7	低962.25	—	—	20次27 榎富岡
35.8.25	台980.109	3.1	140	新町町	38.1.9	低968.21	1.3	146	久の浜
35.10.21	台980.31	4.7	140	四倉町	38.3.6	低976.61	2.5	112	浪江 江崎
36.4.6	低1000	1.5	93	仏浜	38.8.11	低988.1	1.0	108	岩瀬 三浦
36.8.7	台1002.1	—	—	久の浜	※38.10.4	台980.1	3.1	110	榎葉町
36.10.28	台970.58	3.0	—	米通海岸	39.1.29	低992.1	2.5	125	榎葉町
37.1.24	低	0.4	140	仏浜	※39.3.8	低966.37	1.4	24	久の浜 瀧の口
37.7.24	台965.1	—	—	富岡町	39.12.22	低992.1	—	106	新海岸
37.8.19	台960.1	—	—	毛管	40.1.17	低	3.7	2.0	新海岸 四倉
37.11.30	低996.422	2.8	142	山中野崎	※40.3.14	低972.42	2.6	124	新海岸 四倉
37.12.5	低992.37	1.1	102	石城町					

が低気圧の経路の組合せによっては、種々の方向からの波が同時におしよせることが考えられる。昭和40年3月の災害時にはこのような現象が起ったもののようである。

3. 災害時の波浪条件の検討

当地方の南端の小名浜港と北端の相馬港においては、この期間の波浪観測記録が得られている。これを用いて代表的な例について災害時の波浪の経過に検討を加え、同時に天気図(気象庁発行9時、21時)を用いて風域図を作り浪源が移動する場合の波浪推算をWilson法により試みてみた。

a) 台風および低気圧が単独に通る場合 昭和38年3月、39年1月(低気圧)、昭和38年10月、40年10月(台風)に見られるものであり、一般に周期と波高の増加が同時に現われなだらかな平行線をたどりながら、それぞれ12~13sec, および2~3mのピークに達する。その後周期は減少することなく長時間にわたり長周期の波が継続するが、波高は移動風域の離遠と共に減衰傾向をとり、1~2日(低気圧)から3日(台風)位経て1m未満に減衰する。浪源が東方洋上遠く、かつ南方の台風でみられるように遅い速度で進行する時は周期の増大が波高の増大よりかなり先き走っている。また浪源が遠くにあるにもかかわらず、顕著な周期の増減は認められなかった。比較的近海と低気圧が前線を伴って通るときは、相馬、小名浜の観測値に明瞭な時間差が現われることが認められた。

b) 低気圧が相次いで通過する場合 昭和39年3月には始めの低気圧が発達しながら東進し150°E附近において、吹送距離Fは1500Kmから2000Kmに、減衰距離Dは600Kmから1000Kmに、また風域の幅Wは600Kmから1000Kmに達した。(図-2参照) その頃すでに次の低気圧が沿岸東方約600Kmに現われ、先の低気圧を追跡する形で東進した。この時の、観測値の経過曲線は小名浜と相馬とで時間差がなく相似な傾向を呈していた。即ち周期10sec波高2.3mのうねりより始まり、先頭低気圧による減衰波

図-1 低気圧・台風の経路図

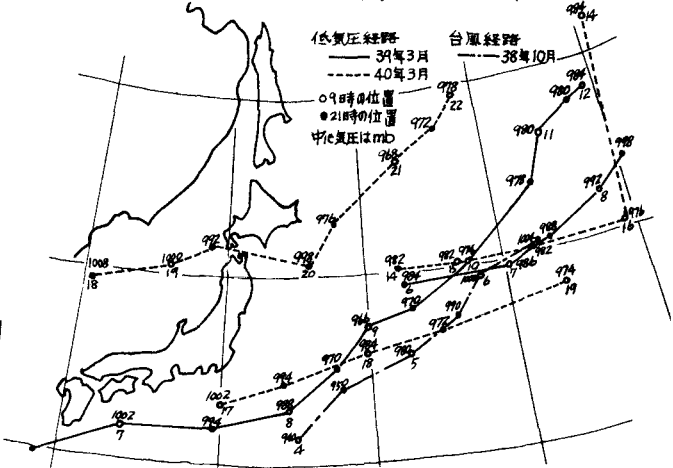
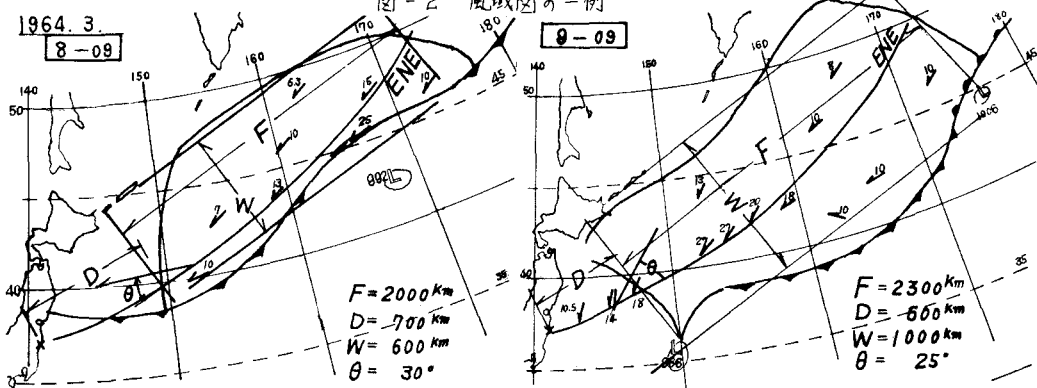


図-2 風域図の一例



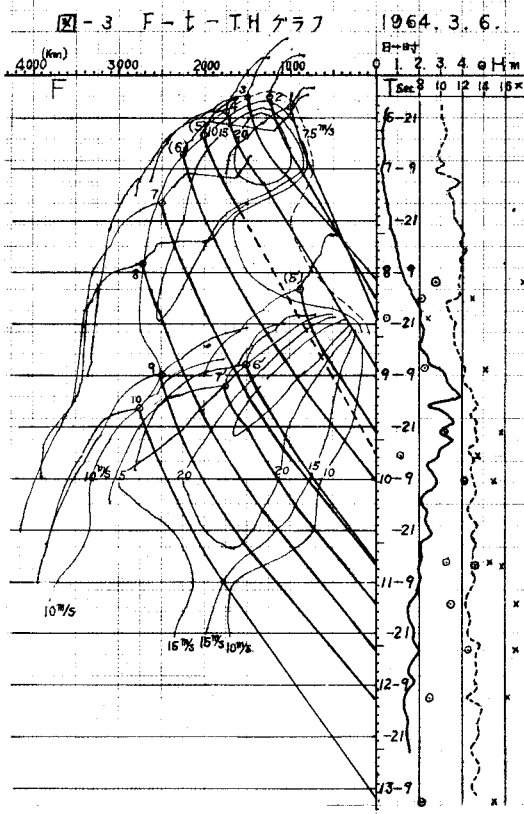
浪の到達によって次第に波高を増し、後続した低気圧の通過した後一段と波高及び、周期を増してこのケースのピークである39m、180Secを記録した。図-3はこの場合のWilson法によるF-t-T.H.グラフである。

まず、先駆低気圧から発する初期のうねりは観測値の波高の始めのふと、ほぼ合致している。ついで到達するうねりは後続低気圧による風域で加速されエネルギーを増して推算値に現われ、観測値のピーク域に達している。図には、先駆浪源よりのうねりの上、さらに後続低気圧による推算を加えた場合(6)と後続風域のみによって推算した(5)の場合を併記してある。(5)の推算でわかるように後続低気圧のみによる波の値は30m、187mと大きく、先駆風域よりの推算である(6)の値は観測値より相当大きい波高を与える。一方先駆風域のみによるうねりの減衰値(4)は周期は同じ程度であるが、小さな波高となっている。風域の作成および風速の算定に際して過大な傾向になったようであるが、観測値のピークと推算における2風域の集中は一致していて良く現象を説明している。なお、この部分における観測値波高の変動が著しく、極端な凹凸を示していることは注目すべき現象と思われる。

C) 連続する低気圧による異方向風域による場合 昭和40年3月 先駆低気圧が北海道東洋上約2000kmで停滞しながら発達しNNEの長大な風域を作った後、南東沖を別の低気圧が急激に発達して東進した場合で、ENE方向の新しい風域を形成した。これによって、18日から19日にわたり達方よりの減衰過程を経たうねりと、近海の発達しつつある強勢な波とが異方向から来襲した場合である。この場合においてもb)と同様に二種の波が集中した時刻には観測波高値の上に不規則な変動を認めている。なお、ピーク時である18日14時前後には周期および波高のほぼ等しい二方向から波が集合しており、沿岸沖合においては三角波やピーチングが起ったことが考えられる。

4. 結 び

東北地方の太平洋岸は、ほぼ南北に走っており、岩手、福島の海岸線が大きな弧状を描いて太平洋に突出している。この太平洋の南西部を除いてあらゆる地域の浪源に対面しており、吹送距離は無限の長さと考えられる。一方本地域が東面している北太平洋における波は前記のごとく冬期の平均波高が大きく、かつ低気圧の通路に伴って西から張出す高気圧との間々西高東低の地衡風帯を設け図-2に示したような風域を作る時は、この区域の波のエネルギーは本州東岸一帯に向って来襲することになる。この奥東以西は海岸線が南面し、また浪源からも離れていてその影響を受けることの少な



いのとは対象的である。また浪源の規模が次第に発達しながら進行し、吹送距離および吹送時間も増大している事も大きな特徴である。

今回の調査で水位の資料と解析したところ、小名浜測候所の記録では特に災害時と結び付く潮位上昇の資料は得られなかったが、(偏差量はほぼ $00 \sim 20 \text{ cm}$ 程度、 10 cm 未満のこともある。)これは同測候所が老朽施設内のもので沿岸条件と異なるためと思われる。唯一の災害時の外海潮位資料として昭和31年3月5日から17日にリシヤール検潮儀によって松川浦において平均偏差量 50 cm 、最高 80 cm に達する記録上の“脈動”を見出し、これがうねりの浪源と関係があるかも知れないことを佐藤氏が示している²⁾。もとより沿岸にうねりが来襲することによって生ずる数分程度のサーフビードや風の吹寄せにもつく水位上昇は考慮されるものであるが、このような長周期の上昇のみでは現地に見られるような災害の諸例と関係づけることはできない。2)および3)に示したように当地に大きな災害をもたらした気象条件では、ほとんどの場合沿岸附近の低気圧による勢力の強い浪の出現をもたらす風域が存在している。また沿岸における風についてみると、強勢な波が生現時はN、NNEより $8 \sim 10\%$ の風が継続することが多いようである。なかんづく3)の場合には8日12時から9日12時にかけて最大 $12/10\%$ のNNEの海風が吹いて海象条件を厳しいものになっている。当地方の沿岸は $1/40 \sim 1/200$ の勾配の大陸棚によって深海から沿岸に導かれており、水深 $5 \text{ m} \sim 6 \text{ m}$ 前後のところから $1/40 \sim 1/60$ の急勾配になって陸岸に達している。従って、周期 $10 \text{ sec} \sim 14 \text{ sec}$ 、波高 $3 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ の高波は距岸約 $400, 500 \text{ m}$ のこの附近から碎波してSurf zoneを形成し次第にエネルギーを失いながら進行する。もし護岸等の構造物の前方水深が大きければそれだけエネルギーの減衰の少ない波が来襲することになり、またその水深に見合った未碎波の波高も大きいものになる。今回の調査で災害状況と分類すると、基礎の洗堀によって前傾倒壊したもの、越波によって裏込土砂が陥没し転倒したもの、及び碎波の波力により弱点から破堤したもの、その他海浜の欠陥港内の埋没等種々雑多な現象がみられた。³⁾そしてまた被災時の各地の潮時が大潮差 10 cm の当地に於て、漲潮、満潮、落潮、干潮のあらゆる刻限に達しているという事実によってその現象の複雑な事が察知される。当海岸の地質構造が泥岩及び段丘礫層の互層からなるもろい海蝕崖と幅の狭い沖積層の砂礫海浜である事も、古中生層の地盤の硬い三陸沿岸及び砂浜のよく発達した仙台湾、青森海岸と状況と異なるものになっていると考えられる。

本調査は昭和41年度文部省科学研究費(特定研究)「高潮とその災害排除に関する総合的研究」(代表者、井島武士)によって行ったものである。なお貴重な資料と提供していただいた気象台、福島県土木部各事務所のオウに謝意を表す。

参考文献

1. 井島川上 日本沿岸の海岸保全の為の自然条件及び天端高算 オフ回海岸工学講演集 1962. 10.
2. 福島測候所 県土木部・福島沿岸のいわゆる高潮について 1955. 4.
3. 坂本・井島・木村 太平洋岸の台風による波の特性とその推定法、オフ回海岸工学講演集 1961. 9.
4. 宇野木早苗 日本沿岸の気象潮と波浪の大きさ、オフ回海岸工学講演集 1960. 11.
5. 本間・佐川・長谷 海岸護岸に働く全波力に関する実験的研究、オフ回海岸工学講演集 1964. 11.
6. 若峰・沼田・長谷 福島県沿岸におけるいわゆる高潮災害について 東北支部技術研究発表会 1967. 2.