

# 直江津海岸における海岸地形の変遷について

土屋 義人\*・芝野 照夫\*\*・中西 利之\*\*\*

## 1. 緒 言

最近、わが国では海岸侵食が各地で問題となっている。この原因として、河川からの流送土砂の変化、海岸・港湾構造物の築造による漂砂阻止および来襲する波浪特性の変化などがあげられる。

わが国の海岸波浪の観測期間は、せいぜい10年程度である。したがってここでは、直江津港西海岸の海浜過程<sup>1)</sup>に引続いて、この海岸における過去約100年程度にわたる高波浪の来襲ひん度の追算を試みるとともに、史料<sup>2)~5)</sup>にみられる地形変動に基づく災害と約60年に及ぶ直江津港付近の実測資料に基づいて、海岸地形の変遷を明らかにしようとするものである。

## 2. 高波浪の来襲ひん度の長期変動

海岸変形は一般に海岸の外力のなかでも来襲波浪によってもっとも影響を受けるが、その波浪特性のみならず来襲ひん度を十分検討しなければならないことはいうまでもない。ここでは、波浪観測以前における高波浪の来襲ひん度を検討するために、図-1に示す舩倉島において観測された風浪階級と海岸防災林の年輪成長量を指標として用いることにする。

### (1) 高波浪の発生ひん度

図-2は舩倉島において11月より3月までの冬期季

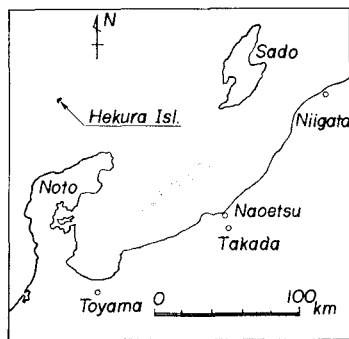


図-1 直江津海岸位置図

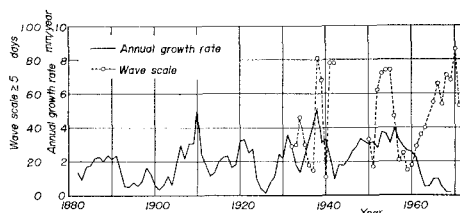


図-2 風浪階級5以上の来襲日数と樹木の年輪成長量の経年変化

節風時に観測された風浪階級5以上の来襲日数の経年変化を示したものである。ただし、1942年以前と1950年以降では観測の基準値が相違しており、両者を同一階級の風浪として取扱うことができないが、ここでは高波浪の来襲ということから同様に示している。これから、1940年前後、1952年から1956年および1966年から1970年の3回にわたって高波浪の来襲日数が多くなっている。このうち1970年には、直江津港東海岸に多大な被害を与えた最大波高約11mという高波浪が来襲し、海岸も最大約30m侵食されるという災害が発生している。

### (2) 年輪成長量による高波浪の来襲ひん度

海岸付近の樹木は高波浪の来襲時に塩分の飛散などによって、一時的な塩枯れ現象を起こすことがよく知られている。このような場合、樹木の活力が低下して、その年の樹木の成長を阻害することが考えられる。そこで、図-2に示す樹木の年輪成長量の経年変化を指標として高波浪の来襲ひん度の追算を試みることにする。ここで用いた樹木は京大防災研付属大潟波浪観測所構内で採取した樹令約90年、樹高約10mの黒松で、それは海に面しており、海からの影響を直接受けていたものである。図

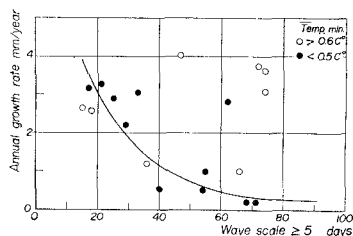


図-3 年輪成長量と風浪階級5以上の来襲日数の関係

\* 正会員 工博 京都大学教授 防災研究所  
 \*\* 正会員 京都大学助手 防災研究所  
 \*\*\* 正会員 大阪ガス(株)導管管理部

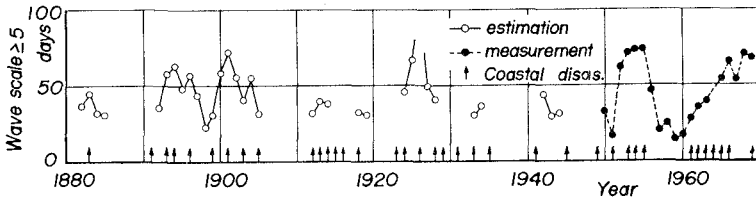


図-4 年輪成長量に基づく高波浪の来襲日数の追算

一3 は舳倉島における年間の風浪階級5以上の来襲日数と樹木の年輪成長量との関係を示すが、これから一般に高波浪の来襲日数が多いほど年輪成長量が小さくなる傾向がみられる。ただし、図中の白および黒印は樹木の成長が気温などの気象条件によって変化するため、その成長に大きな影響を与える発芽期の気温を高田測候所における3月の日最低气温の月平均値で区分してある。このように高波浪の来襲日数が多くても気温が高ければ、樹木の成長はかならずしも低下しないが、風浪階級5以上の来襲日数と樹木の年輪成長量にかなりの相関があることがわかる。この関係から、年輪成長量はその平均値以下を示す場合に高波浪の来襲ひん度が高くなるとして、来襲日数の経年変化を追算したものが図-4である。ただし、舳倉島の資料において高波浪の来襲日数が多いにもかかわらず、樹木の年輪成長量からそれが追算できていないのは、発芽期の気温の影響によるものである。また、図中に示した波浪災害の発生とも比較的一致するようであるが、このような災害の発生は高波浪の来襲を必要とするも十分条件ではなく、海岸の防災施設の規模によることはいまでもない。とくに、災害は人間活動と密接に結びついているので、生活の場でないところの海岸侵食などは災害として記録されていないことである。この直江津海岸における波浪災害も民家の集中している西海岸でかなり記録されているが、東海岸では皆無である。しかしながら、直江津海岸での古くからの波浪災害の記録は富山海岸<sup>6)</sup>に比べると比較的少ないが、いずれも日本海沿岸の隣接海岸であって、両海岸における波浪災害は、ほとんど冬期季節風時に日本海を通過する低気圧に原因しており、図-4にこれら両海岸の波浪災害の発生も示している。

### 3. 海岸地形の変遷

直江津海岸はほぼ直線であるが、古くより冬期季節風の波浪災害をはじめ沿岸漂砂による海岸の侵食・堆積が生じ、特に関川河口では河口閉塞を余儀なくされてきた。

#### (1) 明治以前における海岸地形の変遷

明治以前における海岸地形の変化すなわち海岸侵食の史料は、江戸時代中期以前のものが少ないため、それ以降のものについて述べると次のようである。

まず、史料によれば1766年と1767年、1789年から

1791年、1805年から1813年および1828年から1830年に高波浪の来襲と波浪災害が記録されている。さらに、これらの災害のうち来襲波浪の規模が推察できるものは、次のようである。1805年(文化2年)には波崩(海岸侵食)の

ために年貢割当量が9升2合引かれ、翌年には3斗2升8合引かれたと記録され、さらに1812年(文化9年)には8升8合、翌年には2石3斗6升8合波崩引きがあったと記されている<sup>2)</sup>。これら波崩による立退き民家数は1812年(文化9年)に160軒、1828年(文政11年)に30軒および1829年(文政12年)に70軒などとなっている。一方、関川河口地形の変化状況を示したものが図-5であるが、河口はほぼ東側に偏流して河口砂州が東へと延びている。これは冬期季節風の卓越方向がNWからNNWであり、また来襲波浪の波向も同方向のひん度が高いことによるものと考えられる。この河口砂州の発達によって、雪解け時期などには内水災害がしばしば発生し、そのため、河口砂州の掘削が頻繁に行われたが、関川の洪水によって「川欠け」と称する護岸の欠壊が発生した。また、図-6は1808年(文化5年)当時の河口維持とくに水制の築造状況を示すものであるが、それらの築造が左岸側に集中していたのは、当時の直江津の町並が関川左岸を中心に発達していたためであろう。このような護岸の欠壊をはじめ河口付近の波浪災害

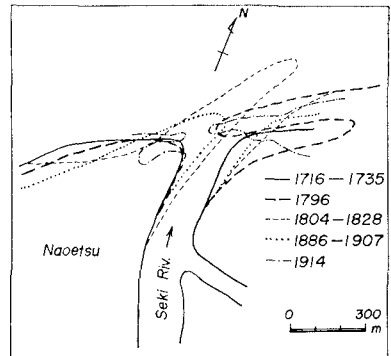


図-5 関川河口地形の変化状況

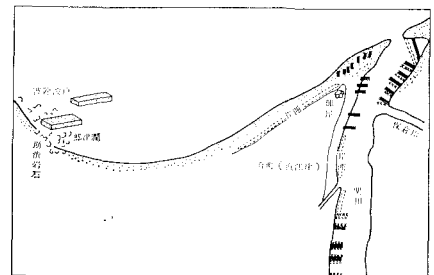
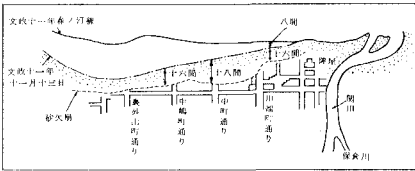
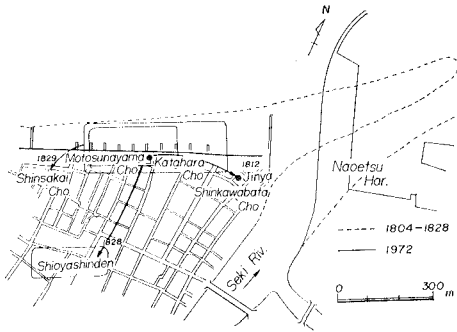


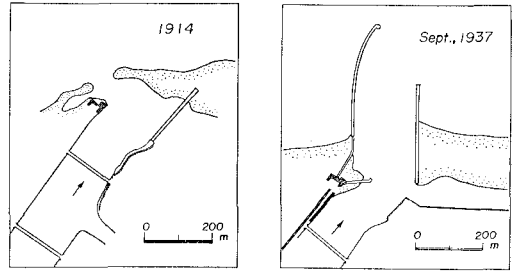
図-6 1808年(文化5年)当時の水制工の築造状況(直江津町史より)



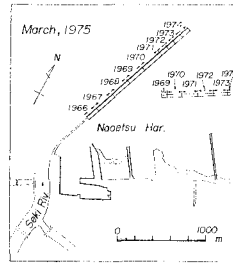
図一7 1828年(文政11年)の波浪災害による汀線の変化状況(直江津町史より)



図一8 波浪災害による陣屋および集落の移動



(a) (b)



(c)

図一9 直江津港変遷図

は、現在の直江津港西海岸について記録されている。そのなかで比較的詳しく史料に現われているのは1751年(宝暦元年)に発生した宝暦大地震の災害以後で、関川筋の港湾施設の崩壊とともに河口付近の地形変化が生じ、港湾機能に壊滅的な打撃を与えたのである。図一7は1828年(文政11年)に発生した波浪災害時の汀線変化を示したものであり、これによって直江津西海岸の海岸沿いの集落は、図一8のように移転している。すなわち、1828年には本砂山町と片原町の30軒が塩屋新田に、翌年の1829年には本砂山町、片原町および川端町の70軒が新坂井町へ移転している。また、直江津には高田藩の陣屋が1871年(明治4年)まで存在し、船舶の入港時の税取立あるいは商人の抜荷などの取締りにあたっていたが、高波浪の来襲による海岸侵食のために北片原町の北側から本砂山町へ、さらに諏訪町の東北へと移転したことが明らかにされている。このように、関川の洪水と波浪による災害がしばしば発生し、その復旧工事や集落の移転など非常に労力を要したことが史料から推察される。

(2) 大正以後における海岸地形の変遷

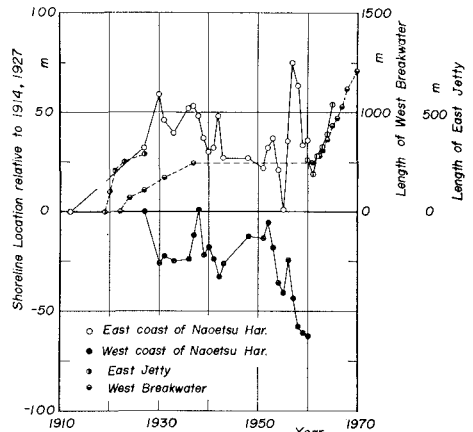
a) 直江津港の変遷<sup>7),8)</sup>

明治以前における直江津港の修築は、主として関川の水制工の築造であって、洪水に対する港湾施設の維持を目的としていた。このため、冬季節節風時の河口閉塞は防止することができず、港湾機能の低下を余儀なくされていた。そこで、図一9に示すように明治末期の1910年には関川右岸に約360mの導流堤工事が施工され、1913年には河口左岸に約100mの突堤が築造されたが、

河口閉塞を防止することはできなかった。その後、1920年より東突堤(導流堤)および河口左岸の西防波堤が築造延長され、1936年には前者は390m、後者は500mの長さとなった。これら河口維持施設の完成後、第2次大戦終了までほとんど改修されなかったが、1951年に重要港湾に指定され、河港分離による整備計画の推進に伴って、西防波堤の延長などが進められてきた。

b) 最近における海岸地形の変化

直江津海岸は港を中心として東海岸と西海岸に分けられ、両海岸の汀線は直江津港の修築に伴って次第に変化してきている。この汀線変化を明らかにするため、ここで用いた測量結果は直江津港事務所によって1914年



図一10 直江津海岸における汀線の経年変化

以来実施されてきたもので、それは関川河口付近の測量と直江津港周辺のかかなり広範囲の測量結果の2種類である。図-10は1914年の汀線位置を基準とした関川河口の東西両海岸200mの範囲の汀線変化の平均値を経年的に示したものであり、図中には東突堤と西防波堤の延長をも示してある。この図から汀線の経年変化は関川河口の東西両海岸でその傾向を異にしており、つぎのことがわかるであらう。

まず、東海岸では1914年から1930年にかけて汀線が前進しているが、これは東突堤の築造と延長によるものであろう。しかし、1930年から1955年まで次第に汀線が後退する傾向を示しているが、これは図-2の風浪階級5以上の来襲日数の多い年と比較的よく対応している。一方、1957年には汀線が急激に前進しており、その原因として高波浪の来襲が少なかったこととあわせて1956年から実施された河港分離工事の影響と考えられる。その後、1960年以後の汀線の前進は、西防波堤の延長に関係するものであって、東突堤付近は主としてNW方向から来襲する冬季節風時の波浪が西防波堤によって遮へいされ、また西防波堤による西向きの沿岸流の発生によって、沿岸漂砂が堆積し汀線の急激な前進をもたらしたものと考えられる。一方、西海岸の汀線は西防波堤の築造以後急激に後退しているが、1930年から1950年頃まで汀線は前進・後退をくり返して顕著な変化はみられない。しかし、1952年以降は汀線の急激な後退が現われ、その原因として関川からの流送土砂量の減少、1953年から1955年にかけて来襲した高波浪の影響および河港分離工事の開始によるものと考えられる。

図-11は東西両海岸それぞれ2kmの範囲における汀線変化および関川河口左岸の突堤から郷津に至る約4kmの西海岸における汀線の場所的变化を示したものである。これからも直江津港の東西両海岸で汀線はそれぞれ前進および後退をし、その様相を異にしていることおよび1960年の河港分離工事の完了と西防波堤の延長によって東海岸では港に近いほど汀線は前進し、港から約1.5km~2kmでは後退している。一方、西海岸の汀線は後退しながらその範囲が次第に西側へと移動している。また関川左岸から郷津までの約4kmの西海岸における汀線変化は1947年に撮影された空中写真を基準にして、それぞれの年の空中写真から読み取ったものである。この図から直江津港に近いところでは漂砂が堆積して汀線の前進がみられるが、約1km~2kmの範囲では後退、それより約3.5kmまでは急激な汀線の前進が生じていることがわかる。特に、1966年から1972年にか

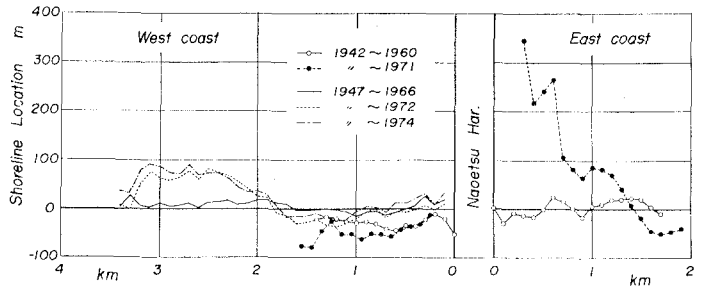


図-11 直江津海岸における汀線の場所的变化

けての急激な汀線の変化は、直江津港東海岸に多大な被害を与えた1969年12月から1970年2月に来襲した高波浪に原因するものと考えられる。

#### 4. 結 語

以上、直江津海岸における海岸地形の変遷を史料および過去約60年間にわたる実測資料をもとにして検討したが、得られた成果を要約すると次のようである。

(1) 高波浪の来襲の影響をうける海岸防災林の年輪成長量の検討から、高波浪の来襲ひん度の追算が可能であることを示唆した。

(2) 史料の検討から、高波浪の来襲によって海岸侵食が起り、集落の移転が行われたことなど地形変動に伴う直江津の災害の実態を明らかにした。

(3) 過去約60年間にわたる実測資料から、直江津海岸の汀線は、港湾構造物の築造などによって急激に前進または後退し、それらの領域が固定化する傾向がみられる。

最後に、この海岸の調査資料の収集にご協力いただいた直江津港湾事務所および輪島航路標識事務所の関係諸氏に深謝する次第である。なお、本研究は文部省科学研究費自然災害特別研究(研究代表者 石原藤次郎京大名誉教授)および奨励研究による研究の一部であることを明記する。

#### 参 考 文 献

- 1) 土屋義人・芝野照夫: 直江津港西海岸における海浜過程について, 第21回海岸工学講演会論文集, pp. 141~146, 1974.
- 2) 新潟県中頸城郡直江津町: 直江津町史, pp. 383~432, 1954.
- 3) 越後頸城郡誌稿刊行会: 訂正越後頸城郡誌稿, 豊島書房, 1969.
- 4) 渡辺慶一: 越後府中文化, pp. 145~164, 1951.
- 5) 中沢 肇: 直江津の昔と今, 1967.
- 6) 富山県海岸対策協議会: 富山湾海岸侵食調査報告書, pp. 265~298, 1952.
- 7) 直江津の歴史編集委員会: 直江津の歴史, 1971.
- 8) 鈴木 稔: 直江津港変遷図及深淺図, 1952.