

西オーストラリア海岸の長周期波について

中 村 重 久*・H. Allison**

1. 緒 言

西オーストラリア海岸における長周期波の問題としては、サイクローンによる高潮、地震による津波、静振のような特性を有する突発的水位変動などがある。このうち、サイクローンによる高潮は、12月から3月にみられる熱帯性サイクローン（日本の台風に対応する）によるものと、8～9月に南海（Southern Sea）を発達しながら東進する低気圧と寒冷前線による強風（日本の冬季節風に対応する）によるものとある。津波の波源と西オーストラリア海岸との間にはインド洋が介在し、なかでも1977年スンバワ島沖地震によるものはとくに顕著な影響を西オーストラリア海岸に及ぼした。また、突発的水位変動は、西オーストラリアの主な港湾で例年数回記録されており、その特性については、1978年以来、著者のひとり、Allisonを中心として、オーストラリア連邦科学産業庁（CSIRO）の海岸力学研究グループによって研究されている。ここでは、著者の一人、中村が客員研究員として1980年より6ヶ月、CSIROでAllisonと、西オーストラリア海岸の長周期波に関する共同研究の成果から、とくに高潮および津波の特性と問題点についてその要点を述べたい。

2. 西オーストラリア海岸の長周期波の特性

まず、高潮および津波に関する既往の資料を調べ、図-1のように整理した。たまたま、1977年8月19日に発生したスンバワ島沖地震による津波は西オーストラリア北岸のDampierに若干の被害を与えた。同じ日に、

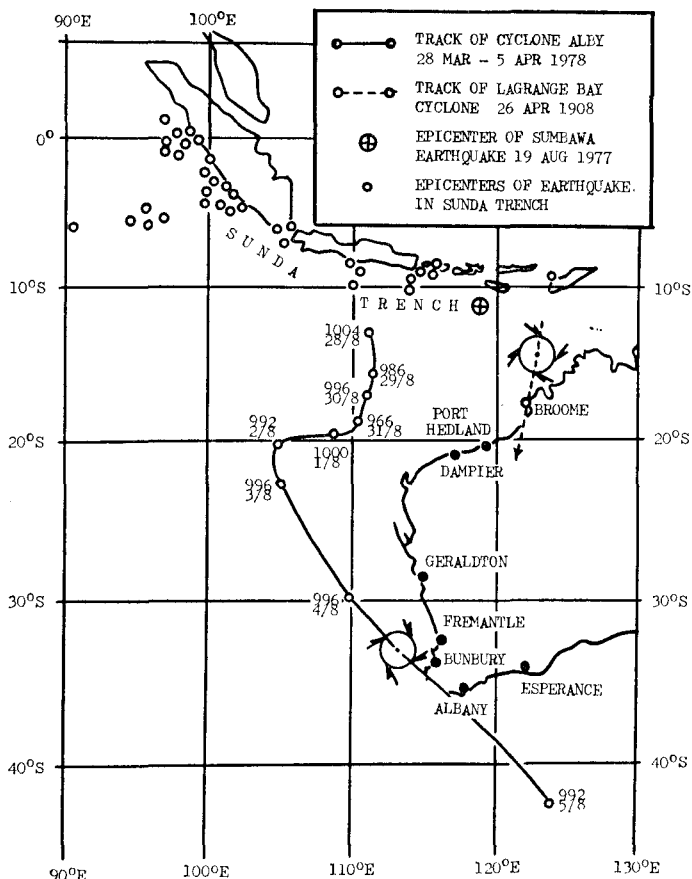


図-1 西オーストラリア海岸に顕著な潮位変動をもたらした台風および地震

西オーストラリア南部のGeraldton, Fremantle, Bunbury, Busselton, Albany, Esperanceにおいても異常高潮位が観測された。これは、図-2のような気象条件の作用による吹き寄せ効果が主因と考えられ、同じ日に津波と高潮とが観測されるという典型的実例であるといえる。このようなことが日本の海岸でも起こりうる可能性は十分考えられる。

(1) 高潮の特性 熱帯性サイクローンは10-15°Sの海上で発生し、海上を西-西南進したのち、転向点を経て、進路を南または南東へとり、西オーストラリア海岸に上陸する。1908年、Broomeでは1サイクローンによ

* 正会員 工博 京都大学助教授 防災研究所附属白浜海象観測所

** Ph. D. オーストラリア連邦科学産業庁主任研究員 国土資源管理庁 (CSIRO, Div. LRM, Perth)

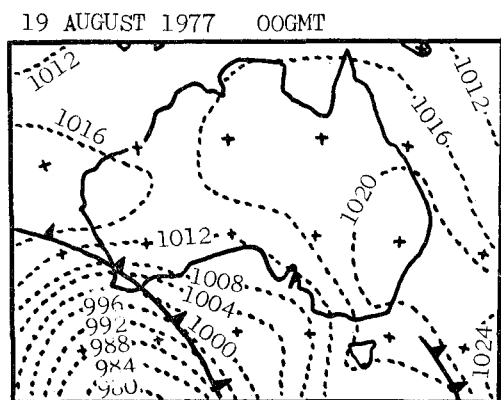


図-2 1977年8月19日0時(グリニッチ時)の地上天気図

る死者 150 名のうち 40 名が、当時真珠採取業の日本人であったという例もある。この例では、当時、サイクロンに対する正しい知識が欠如していたことと、情報網が発達していなかったことが主な要因として考えられる。最近の例としては、1978 年 4 月、サイクロン Alby は、発生後一度オーストラリア北西方洋上へ出たのち進路を南東にとり、Bunbury 付近を通過して南海へ出た例がある(図-1)。その時、Bunbury では既往最高潮位 2.48 m (1930 年以降)を記録し²⁾、市街の一部は浸水した。

南海を発達しながら東進する低気圧と寒冷前線による高潮は、とくに西オーストラリア海岸南部の主な港湾の立地条件と海岸線の形状に関係しているものと考えられる。その典型的な例として、1977 年 8 月 19 日の例がある。この時の記録(図-3)をみると、強風域が Geraldton, Bunbury に接近するとき、吹き寄せの効果に

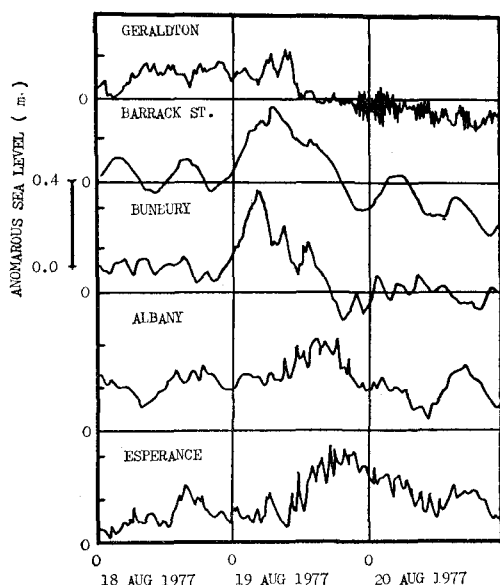


図-3 西オーストラリア海岸における潮位の偏差

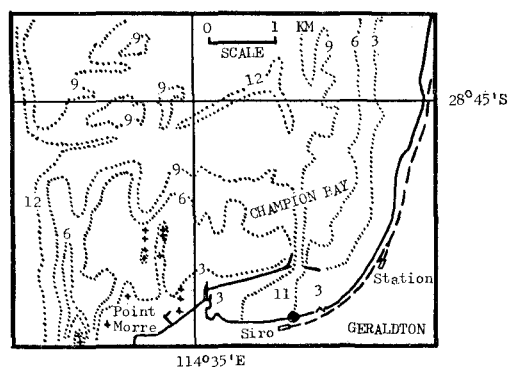


図-4 Geraldton 周辺海底地形

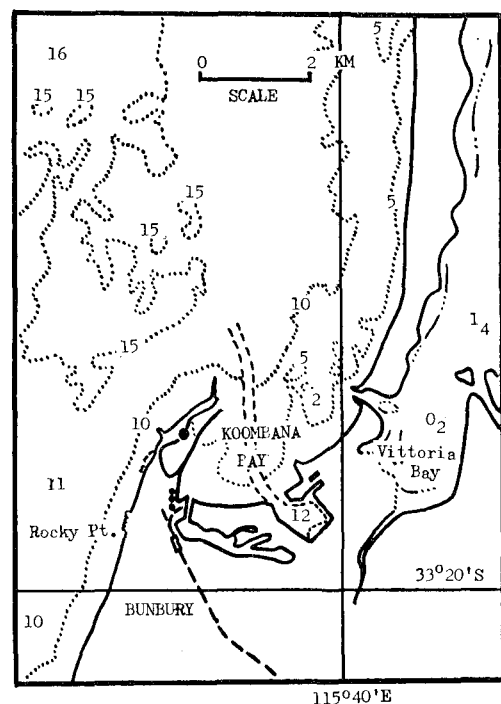


図-5 Bunbury 周辺海底地形

よる水位変動が顕著である。ちなみに、Geraldton および Bunbury の地形は 図-4 および 5 のようになっている。Fremantle と Perth との間の Swan River 感潮域(図-6)での水位変動は 図-7 のとおりであり、前線通過時の風向きの変化に対応した吹き寄せの効果が著しい。なお、西オーストラリア北部では天文潮の潮位差は大きく、Broome では、10 m に達するが、南部へいくにつれて小さくなり、Fremantle では最大約 2 m である。

(2) 津波の特性 西オーストラリア北部、とくに Rankin Bank では、1984 年より石油ガス採掘が開始されることになっている。これに関連して、周辺の大陸棚海域の海岸工学的、海洋工学的研究が必要とされている。この海域では、さきに述べたサイクロンによる高潮のほか、スンダ海溝を波源とする津波の来襲の可能性を

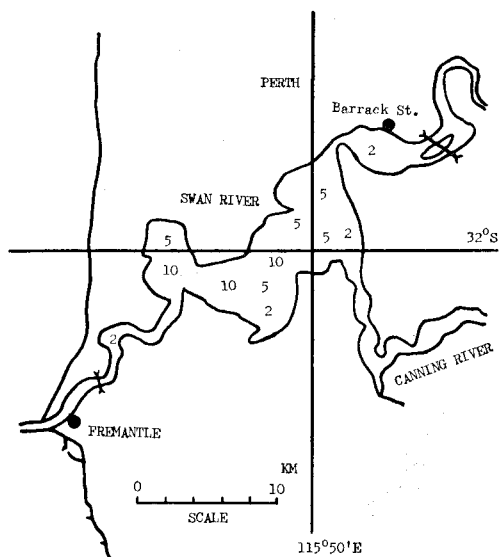


図-6 Swan River 下流部感潮域地形

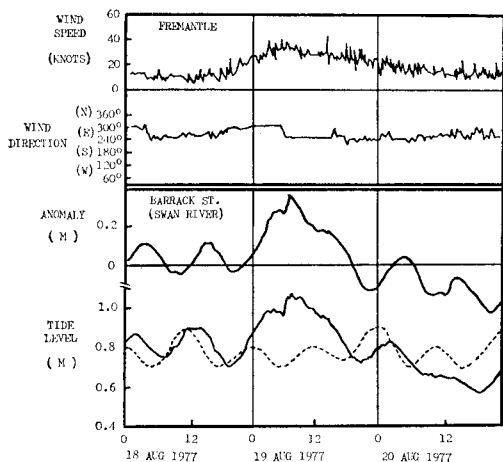


図-7 Swan River における潮位の偏差

評価しておく必要がある。すでに述べたように、スンダ海溝で発生した津波のうちで、オーストラリア海岸にとくに顕著な影響を及ぼしたのは1977年8月19日の津波である。この時の地震および津波に関する報告書(Pilbara 港湾サービス会社認可)によると、DampierのHampton 港埠頭に係留していた貨物船のロープが津波のために破断したということである。この日の津波の波高(および潮位差)は、Windhamで5cm以下(7.5m), Broomeで10cm以下(8.2m), Port Hedlandでは30cm以下(6.7m), Dampierでは約1m(4m)であった。Geraldtonでは、津波到達時とみられる時刻に水位変動がみられ、それはAllisonらが突発的水位変動とよんでいる現象によく似ている。この変動が津波そのものであるかどうかの確認には、棚状海湾での固有振動など⁹⁾、さらに別の面からの検討が必要である。

スンダ海溝を波源とする津波は、1977年の例を除く

と、過去211年間(1770-1980年)に31例記録されているが、それらの津波のオーストラリア海岸に対する影響は明らかではない。地理的位置関係や津波の伝播特性、海底地形の効果を考慮にいれても、西オーストラリア海岸における津波は従来問題とするほどのことはなかったようである。ただし、今後将来において、海岸域の利用が高度にすすむとともに、津波も重要な要因のひとつとなるものと考えられる。

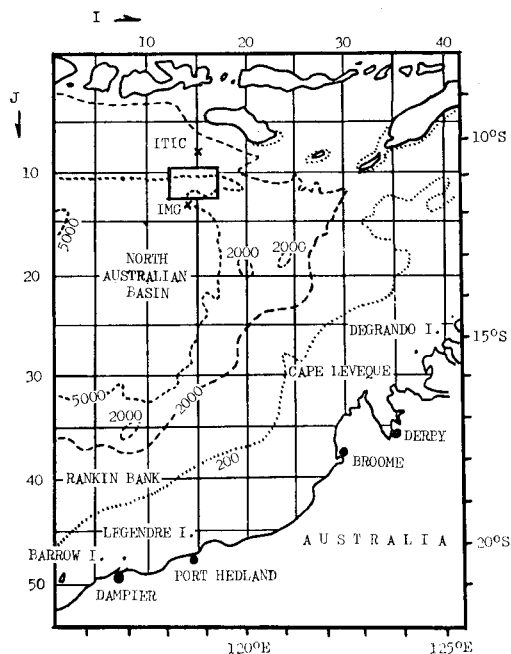


図-8 数値モデルの対象領域

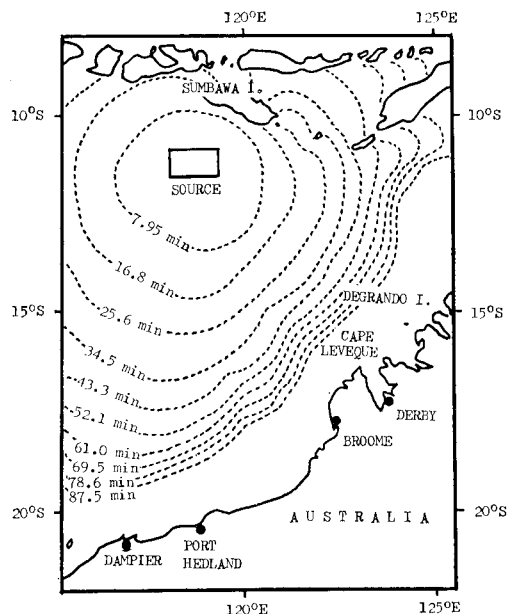
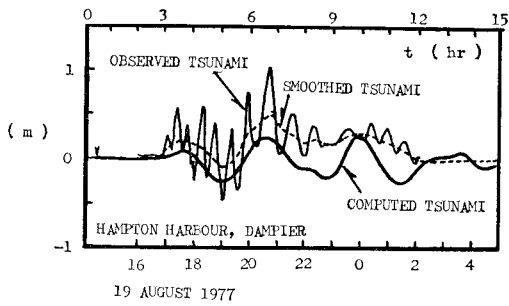
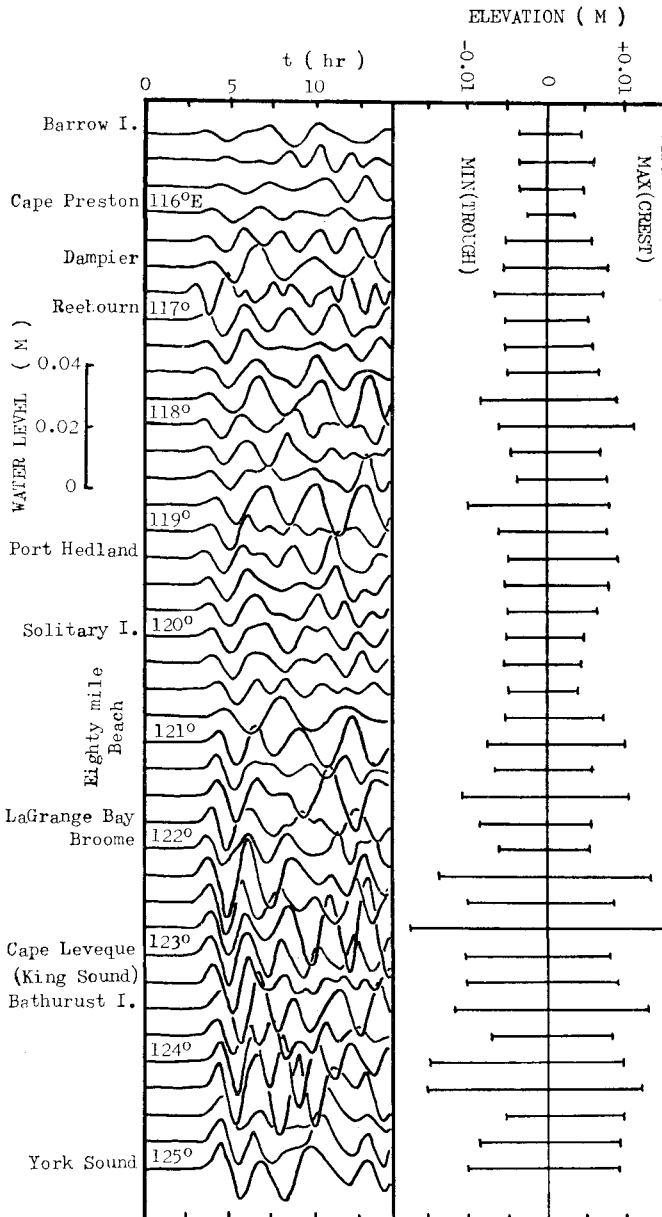


図-9 津波のフロントの伝播



図—10 Dampier における津波とその移動平均波形および数値計算曲線



図—11 西オーストラリア北岸において津波によって誘起された長周期波の計算波形と波高分布

(3) 津波によって誘起された長周期水位変動 津波の波形は波源域から海岸まで水深の影響を強く受けて変形する。このため、検潮記録には津波により生じた長周期水位変動がみられる。この変動の検討にあたり、有限差分法を応用^{4),5)}した数値計算を行った。計算の対称領域は、図—8 のように、1977 年スンパワ津波の震央と西オーストラリア北部を含む領域である。計算にあたって、この領域を 27.5 km の格子網でおおい、津波の波源域は、震央を含む長方形の水域(東西 138 km, 南北 82 km)とした。この水域内である瞬間に、水面が鉛直

に W だけ上昇し、 T 時間その状態が持続した後もとに戻るものとした。ここでは、 $W=0.1$ m, $T=200$ sec の場合を中心として検討する。図—9 には水位が初めて 10^{-8} m 変位したところを津波のフロントとし、その伝播の様子を示した。とくに、Dampier の Hampton 港の検潮記録から、天文潮をひき去ったものを津波(図—10の細線)とみなし、この津波を 3 時間の移動平均で平滑化したもの(図—10の破線)をもとめると、これは、Dampier に相当する計算点における数値計算の結果(図—10の太線)とよく対応している。なお、計算にあたっては、計算途上、格子点間隔に関係した Nyquist 不安定の問題を可能なかぎり除くよう努めた。図—10 の作成にさきだって、 W が 0-5 m の範囲で、 W と第 1 波峰高とが比例関係にあることに留意した。この時、 $W=0.1$ m の条件下で計算された水位変動を 50 倍すると、図—10 の太線が得られる。計算では非線型効果も考慮にいられたが、数値的には考慮しない場合と顕著な差異はなかった。これは、上述のような操作で得られた 図—10 の破線と太線との対応が実際上妥当であることを示すものと考えられる。1977 年スンパワ津波そのものの再現には、格子点間隔を小さくし、細部にわたり水深や海岸地形の効果を考慮に入れる必要がある。なお、図—11 に岸沿いの計算波形を示した。

3. 結 言

西オーストラリア海岸における長周期波に関する共同研究の成果の要点を述べた。この地域の長周期波としては、サイクロンによる高潮、スンダ海溝で発生する津波、突発的水位変動がある。ここ

では、とくに、高潮および津波の特性について述べ、また、津波により誘起された長周期水位変動については数値計算により検討した。ここにあげた例から、高潮と津波とが同じ日に起こることが現実にもられうることが明らかとなった。なお、残された問題については、今後さらに検討していきたい。

最後に、本共同研究にあたって、京都大学防災研究所の若林実教授（当時所長）並に土屋義人教授、CSIRO, Div. LRM の Ray Perry 所長、その他関係諸官のひとかたならぬ御配慮を得た。また、CSIRO, DMS の所長代理 Antonio Grassia 博士との討論も有益であった。なお、本研究は西オーストラリア大学の Richard Silvester 教授との討論を契機としたものである。ここに記して感謝の意を表わす。

参 考 文 献

- 1) Allison, H. and A. Grassia: Sporadic sea-level oscillations along the Western Australian Coastline, Australian Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 30, pp. 723~730, 1978.
- 2) Public Works Department, Western Australia: Tidal Information—Western Australian Coast, PWD WA 47574-2, 10 p., 1979.
- 3) Nakamura, S.: A note on classic theory of seiche, CSIRO-Div. LRM-Perth, Technical Memorandum 81-7, 148 p., 1981.
- 4) Loomis, H. G.: A package program for time-stepping long waves into coastal regions with application to Haleiwa, Oahu, NOAA-JTRE-79, HIG-72-21, 1979.
- 5) 中村重久: 数値実験からみた 1977 スンバワ津波, うみ (日仏海洋学会誌), 第 19 巻, 第 1 号, pp. 30~37.