

## 論文番号 35

著者名 太田隆夫, 萩 義紀, 木村 晃

論文題目 高波浪期間における波高の出現特性

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

波高分布の特性はワイブル分布をあてはめたときの形状母数 に支配されますが, の値は周波数スペクトルの尖鋭度に影響されるのではないかと推測されます. パラメータ あるいは JONSWAP の 値などとの相関をご検討されてはいかがでしょうか.

回答

周波数スペクトルの形状特性が Weibull 分布の形状母数に影響することは十分認識していますが, 波浪特性が一定ではなく時間的に変化していく場合にどの時点での値を採るかについては考えがまとまっていません. これも含めて, ご指摘いただいた点について今後検討したいと思えます.

討論者 畑田佳男(愛媛大)

質疑

高波浪期間の規準波高の設定レベルを変えると, 結果はどう変わりますか.

回答

基準波高の設定値により波高の超過確率やあてはめた Weibull 分布の母数は若干違ってきますが, 本研究で使用したデータでは基準波高との関係は明確ではありません. 基準波高の設定値についても, 本研究では  $0.8(H_{1/3})_{\max}$  を下限の目安としていますが, 高波高を対象とする場合には従来のように 3m や 4m といった一律の基準値で期間を設定するのではなく, ここで用いたような基準が必要であると考えます.

## 論文番号 36

著者名 小松崎泰光, 加藤始, 信岡尚道

論文題目 波の統計量に及ぼす非線形性の影響 主として数値シミュレーションを用いた解析

討議者 合田良美((株)エコー)

質疑

面倒な非線形シミュレーションを遂行されたご努力に敬意を表します. 結果として skewness の値が観測値よりも全体に低目な原因は, 入力スペクトルに B - M型, すなわち高周波側が  $f^{-5}$  に比例するものを使われたためでしょう. Tayfun (1990?, ASCE WW)によれば周波数スペクトルの自由波成分は  $f^{-8} \sim f^{-9}$  であり, それに対する非線形成分が加わった結果として  $f^{-5}$  が形成されるといわれています. 次回に検討される機会にはこうした自由波スペクトルを使われることをお奨めします.

回答

貴重なコメントを有難うございました. 次にやる機会があれば, 検討してみたいと思えます.

(文責：加藤)

### 論文番号 38

著者名 北野利一，間瀬 肇，喜岡 渉

論文題目 一般化最小自乗法による確率波高の最良線形不偏推定法

討議者名 合田良美((株)エコー)

#### 質疑

最小自乗法による確率波高の推定誤差は，最尤法よりもやや劣るといわれますが，最小自乗法の改善によって，最尤法にどれだけ近づくのでしょうか？

#### 回答

結論からいうと，最尤法による推定誤差とを理論的に比較する観点から，Cramer-Rao の定理による不偏推定量の最小誤差分散との比較を行っています．最尤法の推定誤差分散は，標本サイズの増加とともに，Cramer-Rao の定理による不偏推定量の最小誤差分散に漸近することが示されています．その点で，本研究では，最小自乗法の改善により最尤法と同等な性質(推定誤差分散の最小誤差分散への漸近性)があるのかを検討することに主眼を置き，具体的に，数値シミュレーションにより最尤法との誤差比較をするよりも，理論的に得られる最小誤差分散との比較を行うことが先決だと考えました．

最尤法と比較して，最小自乗法の優位性(があるかどうか)を検討するという観点では，ご指摘のとおり 標本サイズに対する漸近性(漸近のスピード)について検討する必要があります．今後の検討課題として考察したいと思います．

### 論文番号 39

著者名 野中浩一，山口正隆，畑田佳男，大福 学

論文題目 東シナ海における台風時波浪の極値の推定

討論者 合田良實(株式会社エコー)

#### 質疑

図-6では形状母数が空間的に変化していますが，これを $H_{1000}/H_{100}$ の比で表すと，変化の割合が小さくなるのではないのでしょうか．私が行った防波堤ケーソンの性能設計の検討(海洋開発論文集，2001)では，極値分布のひずみ度( $\xi_{50}=H_{50}/H_{10}$ )が同じであれば，形状母数が異なってもほとんど同一の滑動量などを与える結果となっています．今後の御研究におかれては，こうした極値分布のひずみ度についても言及して下さることを希望します．

#### 回答

適切なコメントを戴き，有難うございました．講演後に比率 $H_{1000}/H_{100}$ の空間分布を調べましたところ， $k=3$ の領域で1.15， $k=2$ の領域で1.25， $k=1.4$ の領域で1.3~1.35となっていました．

討論者 笹 健児(神戸商船大学大学院)

#### 質疑

極値として計算された台風はどのようなパターンにあたりますか。台風内の波浪には経路・速度・風域等も強く影響すると思いますので、

回答

御質問の意味を正確に把握しかねますが、本研究において既往台風では51年間315ケースの台風、シミュレーション台風では500年間2600ケースの台風について個別に波浪推算を実施し、これから得た台風時年最大波高資料に対して極値解析を行っていますので、確率波高の推定値は現実に生じたあるいは生じうるほとんどすべての台風パターンを反映していると考えます。また、既往台風の場合には図-4に例示しました台風4806号、7709号、9119号、6118号をはじめとする11ケースの台風に伴う異常波高が各小海域の確率波高に大きく寄与していると思われる。

#### 論文番号 42

著者名 水谷法美，吉田達哉，番場豊和

論文名 GPV を利用した海上風の数値計算と観測資料に基づく風と波の相関に関する研究

討論者 永井紀彦（港湾空港技術研究所 海洋水工部）

質疑

局所的な風波（周期約3秒）の発生・発達に大きな影響を与えるのは、周期50秒以上の風の長周期変動成分であるとのこと、大変興味深い内容でした。このことは以下のように考えてもよろしいのでしょうか？

風波の周期から見れば非常に周期の長い、すなわち定常的な風成分が風波の発生・発達に重要であること。

風波と同程度の周期の風の変動成分のパワーは、風波の発生・発達にはあまり影響しないこと。

回答  
風の発達・減衰過程における風と波のスペクトルの時間変化の相関関係より、現段階では上記の内容が指摘できるのではないかと考えています。ただし、風と波のエネルギーのやりとりについて直接議論していませんので、これらの内容について、別の観点からも議論する必要があると考えています。また、今回は白浜における現地データのみを対象としていますが、これから別の地点の現地データでも同様の結果が成立するのかどうか議論すべく準備中であり、これについては、結果が得られましたら別途報告させていただきたいと考えています。

#### 論文番号 45

著者名 小林智尚，足立忠行，水谷英朗，安田孝志

論文題目 大気・波浪・海洋相互結合モデルの構築

訂正

表 1でPOMの最上層の層圧が約300mとなっているが、約50mが正しい。

図 3(e)の水深は150mではなく50mが正しい。

討論者 間瀬 肇（京都大学 防災研究所）

#### 質疑

WAM の砕波による海面せん断力は白波砕波のことですか。

#### 回答

海洋波浪から海洋流に作用させる海洋せん断力は白波砕波を介して輸送されるものを考慮しました。波浪推算に用いたモデルが WAM であり、また対象領域は水深が十分大きいので、砕波は白波砕波のみであり、浅水砕波は対象としておりません。

討議者 木村彰宏（株式会社 ハイドロソフト技術研究所）

#### 質疑

今回の計算では、POM モデルの影響が小さいようですが、POM モデルの影響が大きく出るようなケースはどのようなものが想定されますか。

#### 回答

地形では海峡のような狭く浅い領域、また時間では長時間の計算で POM で大きな海流に値が計算され、WAM などに影響が現れると思われます。今回のモデルでは考慮しておりませんが、特に大気・海洋間での熱輸送まで考慮に入れた場合には POM による計算のうち、海面温度が大気の運動に及ぼす影響が大きいと想像できます。

### 論文番号 46

著者名 小林智尚，足立忠行，水谷英朗，安田孝志

論文題目 大気波浪双方向結合モデルにおける海面粗度の影響

討論者 森 信人（電力中央研究所）

#### 質疑

$C_0$  を動的に変化させると  $u_{10}$  の変化は少ないが、 $H_{1/3}$  の変化は大きいという結果が示されていますが、風速が大きくなると波高は増加しないはずであると思えます。この点の説明があればご教授ください。

大気モデルの最下層の取り扱い法とその精度が分かれば教えてください。

#### 回答

数値モデル上での議論になりますが、 $C_0$  の値を大きくすると同じ海上風速でも海面せん断力  $\tau_0$  が大きくなります。するとこのせん断力によって海上風から波浪へより大きなエネルギーが輸送され、その結果波高がより大きくなると考えられます。

ARPS 単体では論文中の式(1)で運動量粗度長を推定して運動量フラックスを求めています。本研究の結合モデルではこの粗度長を WAM の quasi-linear 理論から求められた値を用いています。また運動量フラックスのほか、熱、水蒸気、海表面フラックスは線形分布を仮定しています。これは Blackadar の惑星境界層(PBL)のパラメタライゼーション・スキーム(Zhang and Anthes, 1982)と同様です。精度の検証は行っておりませんが、上記のことから ARPS の精度はこのスキームと同程度と考えられます。

#### 論文番号 47

著者名 川口浩二，橋本典明，永井紀彦，久高将信

論文題目 ECMWF 風データと WAM に基づく日本沿岸波浪の推算精度に関する検討

討論者 高山知司（京都大学防災研究所）

質疑

多峯型方向スペクトル波の推算も可能であるか．そのような計算を行ったことがあるか．

回答

特に多峯型方向スペクトルに着目して波浪推算を行ったことはありません．しかしながら，過去に，いわき沖の観測データと WAM による波浪推算結果を比較した際（海岸工学論文集第 46 巻 pp.276-280 を参照願います），観測データで多峯型方向スペクトルが見られた時刻において，観測データに類似する多峯型方向スペクトルが WAM によって推算されていました．このことから，WAM（第三世代モデル）は，方向スペクトルレベルにおいても，その推算精度は高いと考えられます．

#### 論文番号 50

著者名 橋本典明・嶺泰宏・永井紀彦・吉松みゆき・三原正裕

論文題目 船舶の荷役可否判定を目的とした気象データに基づく長周期波の統計的予測

討論者 木村晃（鳥取大学・工）

質疑

長周期波の統計量はデータ数が少ないことが多く，計算結果は大きく変動する可能性を含んでいます．したがって，予測値と観測値の比較は変動を考慮して検討されてはいかがでしょうか．

回答

ごもっともなご意見だと思います．今後，先生のご意見を参考にして検討したいと思います．

討論者 仲井圭二

質疑

長周期波を 20 秒以上で一括して扱っているが，周期成分毎には解析しているか．

気象との関連の深いのはどの成分か．

回答

論文には紹介していませんが，実際には周期 20 秒以上の成分以外に，5 秒以下，5 秒～20 秒の 3 成分で検討を行っています．

今回の検討では，長周期波と気象との関連をブラックボックスとして統計処理しており，具体的な形で個々の気象パターンと波浪との関連については検討していません．しかしながら，当然のことですが，気象と関連が深いのは風波成分だと思います．なお，長周期波の発生については，沖合を台風が通過する場合には高い相関があることは確認しています．

討論者 後野正雄（大阪工業大学）

#### 質疑

この手法を実際の予報に用いることは可能であるか。

#### 回答

荷役作業可否判断を行うことを目的とした範囲内では、予測精度はある程度満足できる結果だと思っています。したがって、ある範囲の誤差を許容できれば実際に用いることは可能だと思います。しかしながら、風波やうねりの波高が小さいにもかかわらず、長周期波が発生する場合のように、低波浪時の長周期波発生の予測精度は必ずしも十分ではなく、まだ改良の余地があると思います。今後、長周期波の発生を予測するモデルを構築するために必要な最適な先行指標とは何かを検討しながら、さらにモデルの改良を行う予定です。

討論者 関本恒浩(五洋建設)

#### 質疑

予測値と実測値のズレが生ずる原因は何か。

台風モデル等を組み合わせることによって予測精度は向上するでしょうか。

#### 回答

今回用いた統計的手法による予測精度は、気象の入力データの精度に強く影響されます。今回使用した ECMWF 気象データは、一般に最も精度の高いデータであると言われていますが、日本周辺の気圧配置等を気象庁のデータと詳細に比較すると、例えば低気圧や台風等の中心位置などがズレている場合があります。このような誤差が、予測値と実測値のズレの一因になっているのだと思います。

台風モデルを使用する場合、台風モデルの推算結果と ECMWF の推算値との接続法等に検討すべき点がありますが、気象データの精度を向上させることができるため、本手法による長周期波の予測精度の向上には有効であると思います。

#### 論文番号 52

著者名 中畑 禎，落合敏浩，柏原裕彦，花山格章，森屋陽一，関本恒浩

論文題目 冬期日本海の現地観測に基づく浅海域への入射長周期波の評価

討論者 喜岡 渉(名古屋工業大学)

#### 質疑

計算に用いたブシネスク方程式について

拘束長周期波への適用性について、サブハーモニック伝達関数特性のみで判断されているがそれでいいのか？

砕波により発生する長周期波の振幅は個々波の砕波変形の与え方によって相当に変わってくる。どのような砕波モデルにより計算されているのか？

汀線境界における反射条件はどのように取り扱われているのか？

#### 回答

長周期拘束波の性質として、成分波の周波数および波向が寄与しています。適用性の検証とい

うことでは、これらを含めた評価が必要です。ただし、拘束波は2次の差の干渉が主体であり、基本波のスペクトルのピーク周波数付近のエネルギーの寄与が大きいこと、さらに干渉する成分波の波向が近いほど、拘束波への寄与が大きいことなどを考慮し、サブハーモニック伝達関数で評価することとしました。

片山・佐藤(1993)が提案したモデルを用いており、個々波の状態を考慮して渦動粘性係数を与える方法を用いています。砕波点は、波の不規則性を考慮して表層の流速と波速の比を0.48としました。したがって、砕波後の波の変形を水深に規定させるようなサチュレートモデルとは異なり、砕波帯内でもある程度の波群性が残るようなモデルとなっています。

汀線境界は、水深3.5m以下の領域を一律3.5mとし、汀線位置で直立壁とするとともに、この部分にスポンジ層を配置することによって、現地の汀線や護岸の条件を再現させています。自然海岸では基本波の反射率が0.1程度になるように設定しています。長周期波に対しては、スポンジ層の効果がほとんど効かないため、反射率はほぼ1となります。

討論者 青木伸一(豊橋技術科学大学)

質疑

拘束波の計算は、短周期波の方向分散特性を考慮して行っているのか？

観測波に比べて拘束波が極端に小さいのは日本海側の特徴か？

回答

多方向性を考慮しています。具体的には、基本波のスペクトルに非線形核関数の2乗をかけて波数と波向に関する積分を行っています。

これは、日本海の特徴ではなく、基本波の多方向性によるものと考えています。多方向性が少し入ってきて、単一方向波にくらべ拘束波は非常に小さくなることを数値的に確認しています。

## 論文番号 53

著者名 中畑 禎, 落合敏浩, 柏原裕彦, 花山格章, 関本恒浩

論文題目 現地観測に基づく長周期波の沿岸方向特性

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

図-7の方向スペクトルの計算結果が乱れているのは反射波を考慮した解析を行っていないためと思われるが、将来的にそのような解析を検討されていますか？

回答

ご指摘のように、ここでは方向スペクトル解析において反射波を考慮していません。このため、推定精度には問題があるものと考えられます。しかしながら、ここでは大局的なエネルギーの分布の様子をつかむことを目的としたので、その意味では目的にはなっていると考えます。より詳細な現象を把握するためには、将来的に反射波を考慮した解析が必要であると考えます。ただし、このような海浜上を伝播する場合、水深変化による振幅と波長の変化およびエネルギーロス

が存在すること,反射面の位置を特定することが難しいことなど,解決しなければならない課題は多いと思われます.

#### 論文番号 54

著者名 阿部光信, 興野俊也, 青野利夫

論文題目 現地観測データに基づく長周期波の方向関数特性と静穏度解析への適用

討議者 合田良実((株)エコー)

質疑

簡単な質問ですが,長周期波の方向集中度パラメータを求めるときに入射波だけに着目したのでしょうか.

回答

入射波のみに着目して解析を実施しました.方向スペクトルには反射波成分が含まれていましたが,波向範囲を0~に変えて入射波のみを対象にしました.方向集中度パラメータsの計算方法が多峰型の方向スペクトルを想定していないため,このような方法を採用しました.

討議者 木村晃(鳥取大学工学部)

質疑

1次波の方向スペクトル(深海での)が同じであっても,2次長周期波の方向スペクトルは水深とともに変化します.したがって,そのモデルは推進との関連のもとに決められては如何でしょうか.

回答

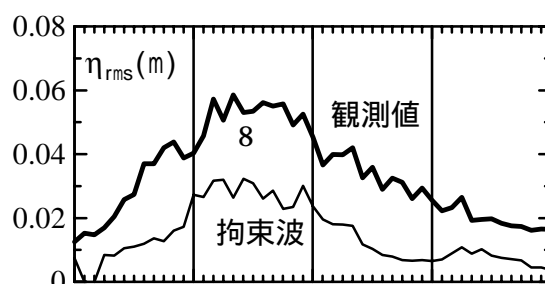
ご質問のとおり,2次長周期波の方向スペクトルは水深によって変化し,特に方向集中度パラメータsの分布が異なっていることがわかっています.しかし,現地データとの比較では,方向スペクトル形状が2次長周期波とかなり異なること(自由波の影響が強いと考えています)から,実務的な第一次近似モデルとしてこのようなモデルを提案しました.将来的には,水深の効果を入れたモデルを構築したいと考えています.

質疑

2次長周期波の方向スペクトルは1次波の方向スペクトルから決定できますが,同じ周波数帯の自由長周期波はその成因により一律に定義するのは難しいと思います(現状では?).したがって,方向分布関数のモデル化は自由波とは分けて考えては如何でしょうか.

回答

自由波の定義が難しいのは承知しております.しかし,実際に現地の長周期波には自由波と拘束波の両成分を含む波浪が日常的に存在しており(下図参照),港内静穏度解析には両者を含んだ解析が必要となっております.このため,本研究では,拘束波と自由波を含んだ長周期波成分に対するモデル化を考え,現地データの分析を行いました.将来的には,拘束波と自由波を分けたモデル化を目指したいと考えています.





### 論文番号 57

著者名 大澤輝夫，竹山剛生，安田孝志

論文題目 メソ気象モデルと台風ポーガスを用いた伊勢湾台風時の風の場のシミュレーション

討議者 柴木秀之（(株)エコー 環境水理部）

質疑

伊勢湾台風のように古い台風の場合，入力条件として必要な温度情報はどのように与えるのか？

回答

1959年のNCEP客観解析値（緯度経度2.5度格子）と，台風ポーガスで仮定される温度場をもとにして与えています．台風ポーガスの温度場は，仮定される気圧場と静水圧平衡の関係から算出されます．

質疑

伊勢湾台風のような強風下では，温度の効果はどの程度影響するのか？

回答

ご質問の意味は，地表付近の風速の鉛直プロファイルを考える際に，台風のような強風下で温度分布がどの程度影響するのか，ということだと理解しました．基本的に地表付近の乱流の生成には，風速シアーと浮力という2つの主要因がありますが，強風下では前者が卓越し，結果的に浮力（温度分布）は2次的だと思われます．従って地表付近の風速を求める際に，温度の影響は少なく，ほぼ中立としてよいものと考えています．本研究で温度場を扱っているのは，上層の台風自体の構造において温度場が本質的であるからであって，特に，地表面付近の風速推定に対して地表付近の温度の効果が重要であると位置づけではありません．

### 論文番号 59

著者名 山下隆男，中川勇樹

論文題目 白波砕波せん断応力を考慮した波浪・高潮結合モデルによる台風9918号による八代海の高潮の再現

討論者 柴木秀之(株エコー 環境水理部)

質疑

海岸近傍のwave setupが生じる位置(急激に水位勾配が生じる位置)において表面せん断応力はどのように与えるのか?また,この位置で表面せん断応力は急激に大きくなるのか?

回答

WAMを浅海バージョンにした波浪計算コードには,水深により規定される砕波の影響を入れてあります.これはSWANで用いられているモデルと同一です.この砕波によるエネルギー散逸率の海面せん断応力を,白波砕波による場合と同様に定義してあります.これにより海岸近傍での砕波エネルギー散逸による,波浪から海水流動への運動量流束の変換を考慮し,海岸線で海水流動がとめられれば,wave setupが発生することになります.海底勾配の急な場合には,このような過程を再現するメッシュは1,2メッシュの場合もありますが,この方法だとwave setupを考慮できます.当然,このメッシュ内での海面せん断応力は急激に大きくなります.

討論者 浅野敏之(鹿児島大学工学部)

質疑

風の場の計算と波の計算をリンクする式(10)について,通常的水深が浅くなることによる砕波も,このモデルでは風によるせん断応力として受け渡してしまうのではないかと?

回答

白波砕波も水深に規定される砕波(「通常的水深が浅くなることによる砕波」)も,このモデルでは海面せん断応力として受け渡しています.ここがポイントです.砕波の発生機構と風から波浪へのエネルギーフラックス輸送は,波浪推算モデルで考慮していますので,波浪推算モデルと海水流動モデルとは,波浪エネルギーフラックスの散逸分=流れの駆動力として考慮できます.ご質問の「風によるせん断応力として受け渡してしまうのではないかと?」は,全くそのとおりで,風と流れのモデルの間に波浪の運動力学モデルが入れてあることを理解していただければ,納得できませんか?

## 論文番号 60

著者名 鳥居謙一,人見 寿,福島雅紀

論文題目 高知海岸における潮位の確率的評価に関する研究

訂正

図-4の年最大潮位の単位を[m]に[cm]に修正してください.

討論者 仲井圭二(沿岸センター)

質疑

3つの方法のうち結合確率による方法とモンテカルロによる方法の結果が一致している理由は?

回答

潮位は,天文潮位と潮位偏差の和となるので,潮位偏差のピークで潮位が最大になるとはかぎ

りません。したがって、理論的にはモンテカルロ法によって潮位偏差の継続時間を考慮した場合には、結合確率による方法より確率は高く評価され、モンテカルロ法において潮位偏差の継続時間を0とした場合には、両者は一致します。

本研究では一般的に設計潮位に採用されることの多い朔望平均満潮位(H.W.L.) + 既往最大偏差から算出した T.P.+2.85m を評価対象潮位としました。このため、潮位偏差としてはかなり確率の低い領域を対象としていることとなります。さらに、潮位偏差のピーク以外の時刻で T.P.+2.85m を超えるには、極めて発生確率の低い、非常に大きな潮位偏差が発生する必要があります。このため、モンテカルロ法によって時間変動を考慮しても結果はほとんど変わらなかったと考えられます。ただし、評価対象潮位を低くした場合には、潮位偏差の対象がひろがるので、時間変動を考慮することにより結果に差が出てきます。

討論者 合田良實(株エコー)

質疑

モンテカルロ法は今後応用が広がると思いますが、天文潮位をシュミレーションする時に高潮の要因である台風の発生時期に限定される方が良いと思います。それにより平均海面が30cmくらい上がるはずですが。

回答

ご指摘の通り、高知海岸において、天文潮位での台風期の平均潮位は年平均潮位より約15cm高いです。台風期に限定した検討は必要であると思います。

討論者 河田恵昭(京都大学 防災研究所)

質疑

50年間のデータでは、台風のコース(対象とした地点の東を通ったか西を通ったか)の影響が直接入っている。したがって、物理的特性の影響が統計量に入っているのので、この点を考慮し、実測潮位を検討する必要がある。

回答

統計期間として、50年が十分かどうかは、現時点での確率評価の安定性の問題であると考えています。本研究の結果では、既往最高潮位偏差の確率は、100年±17年と評価されました。実務的にはこの程度の精度があれば十分活用可能であると考えています。

ご指摘のとおり、既往最大の高潮が更新されれば、実測潮位をもとにした確率評価は大きな修正を余儀なくされます。したがって、実測潮位をもとに外挿により推定された確率評価については十分な注意が必要だと考えています。

## 論文番号 62

著者名 岩瀬浩之、深澤雅人、後藤智明

論文題名 ソリトン分裂波の碎波変形に関する水理実験と数値計算

討議者 柴木秀之(株式会社エコー 環境水理部)

質疑

図5の人為増幅係数  $\alpha$  と水位分散値の関係図において、推定に用いたデータ群はどの程度のばらつきを有するか。

回答

推定に用いた実験値と計算値のばらつきは下図の通りです。横軸が係数  $\alpha$ 、縦軸が実験水位と計算水位の誤差を表しています。論文中の図5は、 $\alpha$  に対する水位の分散値として描画したものです。下図より、 $\alpha = 1.0$  のとき碎波の水位精度は  $\pm 10\%$  以内となります。

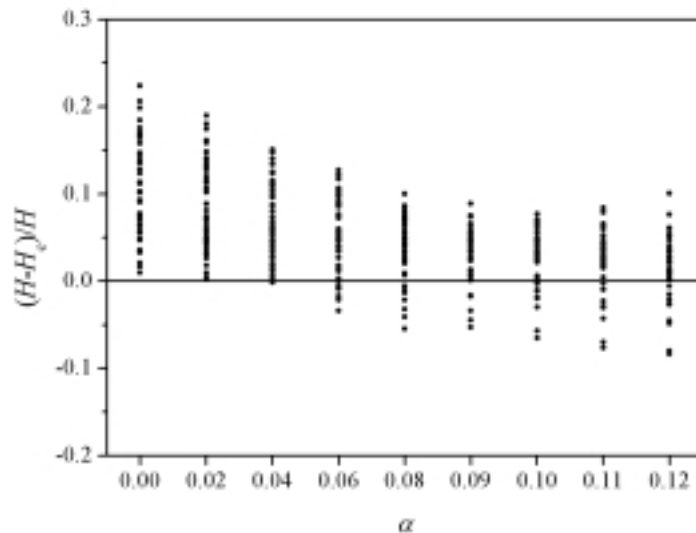


図 62-1  $\alpha$  と碎波水位の誤差

### 論文番号 63

著者名 長谷川史朗，高橋智幸，上畑善行

論文題目 津波遡上に伴う陸域での堆積物形成に関する水理実験

討議者 高山知司（京都大学 防災研究所）

質疑

日本海中部地震津波時に青森県から秋田県まで踏査したが、津波の堆積物は見られなかった。このような堆積物は本当に起こるのか？その条件は何か？

近年の津波で堆積物が見られたのがあるか？

回答

著者らは日本海中部地震津波についての現地調査を行っておりませんので文献を調べてみましたが、津波堆積物が形成されたという報告を見つけることは出来ませんでした。ただし、東北大学理学部の現地調査において、陸上で堆積作用の生じていたことが観察されており、これに関連した定性的な記述を文献1に見ることができます。

また、著者の一人は北海道南西沖地震津波の来襲直後に現地調査を行っておりますが、海砂が広範囲に渡って陸域に堆積していたことを確認しております。しかし、数年後に行った追跡調査では、明確な津波堆積物を発見することは出来ませんでした。

このような陸域に堆積した海砂が津波堆積物として残るためには、土壌や河川の砂といった陸起源の地盤上に堆積し、かつ人為的な攪乱が行われないことが必要となります。しかし、日本の沿岸部のほとんどは居住地域および農業や工業などの産業地域となっているため、被災後は迅速に復旧が図られます。そのため、津波遡上によって運搬されて海砂が明瞭な津波堆積物として形成されにくい条件になっていると思われる。したがって、そのような条件を満たす場合は津波堆積物が形成されることが可能であり、地質調査所などの調査では北海道本島において津波堆積物が確認されております（文献2）。

著者の一人は、1992年フローレス地震津波（文献3および4）および1994年ジャワ島東部地震津波（文献5）において津波堆積物が形成されたことを被災直後の現地調査で確認しております。また、2年後の追跡調査によって、津波堆積物が定着していることも確認しております。これらの例に共通する条件は(1)勾配が緩く、(2)浸透性の高い地盤に津波が遡上していることです。

浅海域へ達した津波は大きな乱れを生じさせるため、大量の浮遊砂を陸域に運搬します。そして、陸上の勾配が緩い場合は戻り流れが相対的に小さくなるため、遡上した海水が浸透する割合が高くなります。よって、多くの浮遊砂が陸域へ残され、明瞭な津波堆積物が形成されると考えております。

文献1 箕浦幸治・中谷周：津軽十三湖及び周辺湖沼の成り立ち 地質学論集 第36号 pp.71-87, 1990.

文献2 七山太・佐竹健治・下川浩一：遡上型津波堆積物の堆積層と堆積過程 1993年北海道南西沖地震津波の研究例, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, Sj-P002, 1999.

文献3 今村文彦・箕浦幸治・高橋智幸・首藤伸夫：1992年フローレス島地震津波による堆積作用に関する現地調査, 海岸工学論文集, 第43巻, pp.686-690, 1996.

文献4 Minoura, K., F. Imamura, T. Takahashi and N. Shuto : Sequence of sedimentation processes caused by the 1992 Flores tsunami : Evidence from Babi Island, Geology, Vol.25, No.6, pp.523-526, 1997.

文献5 Dawson, A. G., S. Shi, S. Dawson, T. Takahashi and N. Shuto : Coastal Sedimentation Associated With The June 2nd And 3rd, 1994 Tsunami In Rajegwesi, Java, Quaternary Science Reviews, Vol.15, pp.901-912, 1996.

## 論文番号 65

著者名 今村文彦, 後藤大地, 嶋原良典, 喜多村雄一, 松原隆之, 高岡一章, 伴 一彦

論文題目 土砂突入による津波発生機構に関する基礎検討

討論者 柴木秀之(株式会社エコー 環境水理部)

### 質疑

突入実験で用いられる個体落下による造波と本論文で述べられている土砂流入による造波とで伝搬する波形はどのように異なるのか？

討論者 後藤仁志（京都大学）

質疑

実験による土砂フロントの形状をみると土砂・水界面の水深方向の1価性が保証されないことがわかります。土砂・水界面の水深方向の多価性を表現することや土砂と水の中間的な状態（混合状態）を表現することが現象の再現においては重要な項目の1つであると考えますが、モデルの発展の可能性ほどお教えください。

論文番号 66

著者名 木場正信，安中正，稲垣和男，田中寛好，曾良岡宏

論文題目 海域活断層に想定される津波の波源モデル設定法

訂正

表 - 2 において相田(1984)の断層上縁深さ(d)は，上から 2km，3km が正しい。

討論者 柴木秀之（株式会社エコー 環境水理部）

質疑

日本海東縁部がプレート境界か否かの解釈にもよるが，活断層のパラメータ推定において，鉛直方向のすべり量が大きい地震断層データを用いると，発生する津波は過大となるのではないかと回答

本論文の提案手法は，いかなる津波が来襲しても沿岸施設が安全であるための設計に活用する目的で構築しており，発生する可能性の高い津波を予測するための手法ではありません。本論文の手法では，津波評価に介在する不確定性を考慮するために，確定値を設定できない断層パラメータ項目については合理的な範囲を提案しています。したがって，鉛直方向のすべり量が大きくなる設定も，その範囲内であれば発生します。

パラメータ範囲を変化させながら多数の津波シミュレーションを実施することにより，発生する沿岸水位が既往津波を上回るとは論文中で示したとおりです。結果として，本手法は，高いハード的安全性が要求される沿岸施設等の設計に際し，十分安全サイドとなる水位を想定することに適した手法であると考えています。

なお，提案したパラメータ範囲は，既往地震あるいは津波に関するデータに基づいており，プレート境界か否かの解釈には依存しません。

論文番号 67

著者名 大町達夫，松本浩幸，築山 洋

論文題目 震源断層の破壊過程が津波に及ぼす影響

討論者 永井紀彦（独）港湾空港技術研究所）

質疑

検潮記録は，導水管すなわちローパスフィルターを経た記録であり，周期 10 数秒以下の短周期波浪成分は検知しないようになっておりますが，初期のパルス状の水位変動の周期（時間スケール）はどの程度であると想定されているのでしょうか？

沖合い波浪計の記録からも、こうした初期パルス波形の検出が可能かもしれませんが、この際、データのサンプリング間隔はどの程度の値に設定することが望ましいでしょうか？

岸壁等に設置された空中発射式波高計を用いた津波監視システムを用いても、こうした初期パルス波形の検出が可能かもしれませんが、この場合は、どのような間隔のデータサンプリングが望ましいでしょうか？

回答

導水管のローパスフィルターは管内を水が流れることに起因すると思われます。しかし、本研究で扱うパルス状の波形は海水中を伝わる疎密波であるため、導水管の影響は小さいと考えております。周期成分については短周期から長周期まで含まれている可能性があります。

初期パルス波形には短周期成分から長周期成分までありうるので、観測したい周期帯域によってデータサンプリング間隔が決まってくると思います。

観測機器としては、波高を観測するのであれば直接波高を観測する超音波式水位センサーがより有利と思います。しかし、水圧式でも圧力から波高が正確に求まるのであれば、問題ありません。

サンプリング間隔については1.2と同様です。

討論者 池谷 毅(鹿島技研)

質疑

本シミュレーションにより計算された地震動の実測値との比較結果がありましたら示してください。

回答

本シミュレーション手法により計算された地震動と実測値の比較は以下の論文[1]にあります。そのほか、改良法によるシミュレーションは論文[2]、[3]でも比較されております。

[1]片岡正次郎：三次元境界要素法による1995年兵庫県南部地震のシミュレーション，東工大土木工学科研究報告，No.54，pp11-20，1996

[2]片岡正次郎，大町達夫：不整形地盤における震源近傍地震動のシミュレーション手法と二次元面内波動場への適用，土木学会論文集，No.556/I-38，pp131-138，1997

[3]片岡正次郎，大町達夫：震源近傍の不整形地盤における地震動の三次元シミュレーション，土木学会論文集，No.556/I-38，pp139-149，1997

討論者 松山昌史（電力中央研究所）

質疑

地震時の海底地盤の時系列変動の様子について知りたい。

特に、地盤変動時の最大変位と永久変位の関係について、その大きさの比と、動的最大変位がいつ起こるかについてお願いします。

図-5の日本海中部地震津波の深浦への到達時刻について検潮記録より1分早いのは計算の最小水深が500mであるからだとのことですが、その根拠となる試算でもありましたら、教えてください。

#### 回答

海底地盤の変動の様子や最大変位と永久変位の関係は以下の論文[4],[5]で示されております。

動的最大変位と永久変位の比や最大変位がいつ起こるかについては、震源パラメータや震源と観測点の位置関係などによって変わりますので、一概には言えません。

図5に関しての試算はしておりません。しかし、著者らのこれまでの研究[5]によれば、動的解析を用いても津波は長波理論の速度で伝播します。すなわち、津波の伝播速度は水深の平方根に比例することを確かめており、日本海中部地震津波でも実際の浅い水深を使用すれば沿岸域での津波到達時刻は遅れることは明らかと思います。

[4] 大町達夫, 築山洋, 松本浩幸: 断層運動に伴う動的地盤変位を考慮した津波シミュレーション, 東工大土木工学科研究報告, No.58, pp. 1-14, 1998

[5] 大町達夫, 築山洋, 松本浩幸: 断層運動に伴う動的地盤変位を考慮した津波シミュレーションの評価, 海岸工学論文集, vol.46, pp. 321-325, 1999

#### 論文番号 68

著者名 榊原明, 木場正信, 田中寛好, 高尾誠

論文題目 V字状湾および港湾内の空間格子間隔が津波数値計算結果に及ぼす影響に関する検討

討論者 柴木季之(株式会社エコー 環境水理部)

#### 質疑

防波堤開口部の検討においては、運動方程式中の移流項の効果により格子間隔が大きいほど、港内の津波高は小さくなるのではないかと。

線境界の処理において、移流項は考慮しているのか。

#### 回答

防波堤の開口部が津波の進入方向に対して直交方向であり、格子間隔が小さい場合は港口部周辺で渦とそれに伴う死水域が顕著となり、主流部の流入幅が狭くなって津波に伴う流れの進入が阻害されるという現象が見受けられます。この傾向は、格子間隔が大きい場合渦を十分表現出来ないケースでは見られません。運動方程式中の移流項の純粋な働きによる効果ではなく、数値計算上の分解能の問題だと考えております。

線境界に係わる格子において、線境界側からの移流による運動量の流入、流出はゼロとし、その他の辺では移流項を考慮しています。

#### 論文番号 71

著者名 平石哲也, 柴木秀之, 原 信彦

論文題目 円弧滑り法を利用した地滑り津波波源による明和八重山地震津波の再現

討議者 沖 和哉 (京都大学)

#### 質疑



地滑り量の幅方向変化は COS 曲線で近似したとのことですが、これは実現象と比較して良い近似を与えているのですか？

回答

本研究の地滑りモデルは、地滑りによる水面変動を海底地盤変位と同等とすることから、地滑り範囲全域で同等の地滑り量を発生させると幅方向の両端で極端な水位変化が生じ、計算上不安定となる。そのため、便宜的に幅方向に関しては COS 曲線で近似した。実現象は不明である。なお、八重山沖南西諸島海域の精密調査により海底地滑り跡が確認されている。これらの地滑り跡は、明和八重山地震津波と同時に起こっただけでなく、それ以外の過去の大地震にも関連していると推定されている。つまり、明和八重山地震津波と同時に発生した地滑り量および正確な地滑り形状を抽出することは困難である。

## 論文番号 72

著者名 梅谷英孝，富樫宏由

論文題目 寛政4年(1792)有明海津波の再現性と災害特性に関する研究

討論者 柴木英之((株)エコ - 環境水理部)

質疑

水位入力モデルにおける変位の継続時間はどの程度か？

流量入力モデルにおいて方向分散的な効果を見ると、伝播する津波の指向性はどのようになると予想されるか？

回答

与えた変位を瞬間的に開放するので、継続時間は無くても敢えて言えばゼロということになる。

このモデルの流量入力分布の仕方では、最大流量が波源域の背後即ち西側にだけ衝撃的に強く現われる結果になっていたようであり、もっと有明海全域に全方位的な指向性を持った津波伝播の仕方になるように、波源モデルの設定の仕方を工夫する必要があるように思われる。

## 論文番号 73

著者名 岩瀬浩之，見上敏文，後藤智明

論文題目 日本海中部地震津波の分裂に関する数値計算

討議者 柴木秀之(株式会社エコ - 環境水理部)

質疑

波源域で分散項を考慮すると、伝播する波形はどのように変化するのか。

分裂波の波形の空間近似精度はどの程度か。

回答

高角逆断層タイプの津波初期水位は、幅広い波数帯にエネルギーが分布しています。分散項を考慮することにより線形分散関係から高周波成分の伝播が遅れます。その結果、第1波の波高は減衰し、波長は伸長すると共に、第1波に続く分散波列が生成されます。

ソリトン分裂波の第1波の波長は約50m, 領域の格子間隔は6.25mです。十分な格子間隔とは言えませんが, 実用的な格子間隔としては5m程度が限界であると考えられます。一般的に言われる1波長あたり30格子は, 現時点では難しいと思われま

## 論文番号 74

著者名 松山昌史, 佐竹健治, 松本剛

論文題目 1998年パプア・ニューギニア津波の波源域における反射法探査と数値計算によるパラメータスタディ

討論者 山下隆男(京都大学 防災研究所)

### 質疑

パプア・ニューギニアの津波の発生要因として地すべり説を出し, その調査をやってきた。その結果, 地すべりではないかもしれないとの見解も出ている。この調査・研究の日本の津波防災への貢献は何ですか。

### 回答

これらの調査研究の結果(まだ途上ですが)として, 重要なことの一つは, この津波の原因として, 地すべりではなく, 地震によってもある程度の説明がつくということです。よって, 津波防災を考える上で, 海底地すべりに対して, この津波を契機として必要以上の懸念をもつことには, 慎重になるべきではないかと考えています。

海底調査結果の中では, 被災地のシッサノ沖の海底地形が詳細に調べられ, シッサノ沖20km程度の海底に, 幅20km程度の陸棚が沖に向かって突き出している地形が明らかになりました。この海底地形により, 沖合いで発生した津波は, そのエネルギーを収斂させて(レンズ効果), シッサノ沖沿岸の35km程度の沿岸に大きな被害を及ぼすことが, 数値計算によって確認されました。

ところで, 被災直後の速報的な数値計算結果には, 2点問題があり, 地震によって発生した津波の高さを過小評価していたと考えています。一つは海底地形データの精度が悪かったということで, 速報的な数値計算に使われた海底地形データは, 先に示しましたレンズ効果を起こすような突き出した陸棚地形を再現できるものではありませんでした。2つ目は, 計算格子幅と移流項の計算法がこの津波に関しては, 適切ではなかったということです。計算格子幅は1km程度で実施されていましたが, 地震波形のデータからこの津波を引き起こしたと考えられる断層モデルの規模は, 長さが40~50km, 幅が15~20km程度と推定されています。これによって, 発生した津波の周期は大雑把に見積もって5分以下と津波としては比較的短く, 水深20m以浅では, 非線形効果によりトラフからピークへの距離が50m以下と, 壁上の段波に近い空間波形になったと推定され, 目撃情報とも一致します。このような津波を移流項に一次風上差分を用いた数値モデルにより, 1km程度の格子幅を用いると, 沿岸域での波高が打ち切り誤差によって減衰します。

以上のように, この津波のように, 断層モデルの規模が50km×20km程度のつなみとしては小さな波源から発生する津波に関しては, 浅海域においてその空間波形をチェックしておくこと,

また、数値計算に用いる海底地形データはできるだけ精度の良いものを使うことが重要と考えています。

#### 論文番号 77

著者名 村上晴通，加藤始，信岡尚道

論文題目 PTVを用いた風波の表面付近の流速場に関する実験的研究 主として軌道速度の分離について

討議者 木村隆浩（広島大学 大学院）

質疑

実測値 - 吹送流 = 乱れ， なのか？

線形でいいのか？

回答

本論文では、(実測値) から (軌道速度 + 吹送流) を引いた残りを (乱れ) と考えて検討を行っています。

ご質問の意味が分かりませんが、上記の (軌道速度) の計算は流れ関数法を用いて、すなわち表面条件における非線形性を考慮に入れております。ただし論文中でも述べているように、最近の研究では軌道速度成分には rotational 成分も存在すると考えられてきており、本論文で検討した (乱れ) は、その rotational 成分を無視したものとなっています。  
(文責：加藤)

#### 論文番号 78

著者名 小笠原敏記，安田孝志，井坂健司，湯本大輔

論文題目 二重床風洞水槽による風波下の乱流構造と水面応力の下方伝達

討論者 田中博通（東海大学 海洋学部）

質疑

吹送流の室内実験においては実風速分布と異なる (側壁，上面，水面の影響) ので注意を要する。なぜならば、自然風は風速の大きさにより分布形状が異なり、抵抗 (摩擦) 係数もかなり変化する。

回答

本室内実験の目的は、風波下の乱流構造と水面応力の下方伝達の解明であり、現地スケールでは捕らえることが困難な内部構造の解明を試みています。現地、実験室を問わず、水面上の風速分布が Charnock の対数則に従うことは良く知られています。もちろん、実験室の風速分布はご指摘のように現地の風速分布形状とは若干異なるかと思われませんが、風波砕波の役割があまり解っていないことを踏まえると、室内実験の有意性が言えると思います。

さらに、数値モデル・現地スケールにどのように結びつけるかは今後の検討課題と考えています。

## 論文番号 79

著者名 犬飼直之，早川典生，福嶋祐介，Peter Sheng

論文題目 直線海岸付近の吹送流による水位変動についての研究

討論者 水野博史（広島大学大学院 工学研究科 修士2年）

質疑

モデル式の現地への適用に関して対応性はどうか？

南北方向の風が吹くときに水位変動が大きいと言うことでしたが現地ではどちらの風が卓越しているのですか？

## 論文番号 80

著者名 川西 澄，木村隆浩

論文題目 広島湾北部海域における吹送流の鉛直構造と水質の変動特性

討論者 鯉淵幸生（東京大学）

質疑

大潮時に風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚（風と流速の変動が正の相関を示す領域）が厚くなるメカニズムをお教え下さい

回答

広島湾北部海域では大潮時に成層強度が弱まり、小潮時に成層強度が強まることは現地観測から明らかとなっています。成層強度が弱いとき1つの鉛直循環渦が、成層強度が強いときは密度界面の傾きによって密度界面を境に界面より上で1つの鉛直循環流が、下で上と逆回転の鉛直循環流が発生するため、風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚が変化するのはないかと考えています。

密度一様、定常条件で運動方程式を解くと風と同方向の流動層厚は水深の1/3という理論解が得られます。観測地点の平均水深が17m程度ですので理論解は6m程度になります。大潮時の風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚は観測データから判断して大体6~10m程度でした。それに対し小潮時は、密度界面が表層付近に形成されるため、風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚が大潮時より薄くなると考えています。

討議者 長尾正之（産業技術研究所）

質疑

塩分、水温の観測期間中の鉛直分布はありますか？

回答

今回の観測期間中の鉛直分布はありませんが、これより後の2001年3月からの現地観測では観測地点を含めた数点で鉛直分布を測定しており、その鉛直分布は大潮、小潮で変動しており、それに応じて吹送流の表層厚も変動していました。

## 論文番号 82

著者名 小松利光，朴童津，安達貴浩，小橋乃子

論文題目 3次元数値シミュレーションによる博多湾の密度流構造についての検討

試論者 山中亮（大阪大学 大学院）

質疑

開境界上の流速と水位の与え方を教えてください。

回答

開境界上で流速の勾配は"0"としており，水位は観測データを調和分析（4分潮考慮）し全開境界に同様に与えています．本モデルの開境界は確かにおっしゃったとおり，見たい現象が起こり得る計算領域から近いのですが，この開境界から外海での情報は全く無かったので，今回のシミュレーションでは図-1の玄海島周りを開境界として取りました．また，開境界が角になっていることによる問題は本モデルでは存在しなかったのですが，十分に得る現象ですのでモデルによっては工夫が必要だと思います．

## 論文番号 83

著者名 押山俊一，李 炫錫，田中 仁

論文題目 中小河川河口部における水位変動特性

討議者 八木 宏（東工大）

質疑

中小河川の特徴は，1)河口砂州変動が大きいこと，2)波による水位上昇の影響が大きいこととの説明があったが，今回のニューラルネットの学習効果で地形変動の大きい中小河川の水位変動に広く対応することは可能か？

回答

今回のニューラルネットの学習は地形的な影響をインプットしていないことにより位相差が生じてしまいましたが，それぞれの中小河川の河口地形変動と水位変動の関係を明らかにし，定量的に評価できれば，ニューラルネットの学習の精度も向上すると考えています．ただし，地形的な影響を数値化する具体的な方法は現在検討中であります．

討議者 京大 防災研

質疑

地形要因(砂州等)を入れたニューラルネットワーク予測が必要では？

塩分濃度データを入れた解析を検討してみてください。

回答

おっしゃるとおりです．ニューラルネットの学習の精度向上には，地形的な要因が必要と考えます．個々の河川における河口地形変動と水位変動の関係を明らかにし，地形的な影響を数値化することを検討していきたいと思っております．

塩分濃度データに関して，現在実測によりその時系列を取得しています．塩分濃度データを入

れた水位変動予測もこれから検討しようと思っています。また、ニューラルネットによる塩分濃度予測を試してみたところ、その変動をとらえることができました。