

## 第 4 6 回海岸工学講演会討議集

### 目次

論文番号		ファイル番号 - ページ
1	多方向遷移波の造波理論	1 - 1
2	分散性を任意次数まで考慮した高次 Boussinesq 方程式の一般形について	1
3	曲線型多方向不規則波造波装置の開発	1
5	不規則波造波底面境界層の実験	2
6	不規則波のマッハ反射に関する研究	2
9	防波堤の波力算定への数値波動水路の適用性について	2
1 3	矩形断面水路における浅水航走波の数値計算	3
1 4	位相平均波浪変形解析モデルへの回折効果のモデリングと適用性に関する研究	3
1 5	傾斜海底地形上における波・流れ相互干渉のモデル構築	3
1 8	ADI 差分法を用いたブシネスクモデルの打切り誤差解析	4
2 0	風波下における乱流境界層の構造	5
2 1	風波による炭酸ガスの取り込み過程の可視化	5
2 2	風波気液界面におけるガス交換係数の評価	6
2 4	自由落下水塊に伴う気泡の生成・運動機構	6
2 5	水面波ジェットと突入後の碎波過程との関係について	6
2 7	孤立波碎波の水面形と流速分布の可視化計測	7
2 8	画像解析による碎波変形過程の内部特性と碎波形式および空間波形との関係	7
2 9	大規模旋回渦, 斜行渦, 3次元碎波ジェットの生成及び発達機構	8
3 0	大規模碎波に伴う水中圧力変動と碎波形態に及ぼす台形型潜堤の幾何形状効果	8
3 1	係留ビデオシステムによる碎波帯の水理現象観測の試み	8
3 2	孤立波の碎波過程への $k$ -モデルの適用と乱流構造に関する研究	8
3 3	碎波後の気液混相流体場の力学的運動機構に関する数値解析	9
3 4	鉛直積分型 Reynolds 方程式による碎波時流体力評価	1 0
3 5	多方向平面波浪場における非線形分散性波動の碎波モデルに関する研究	1 0
3 7	遡上波の高精度数値計算法の開発	1 0
3 9	海岸護岸による反射が戻り流れに及ぼす影響	1 1
4 0	碎波帯近傍における平均流の発生要因の分離 - 波崎海洋研究施設での ADCP データの解析 -	1 1
4 1	リーフ海岸における多方向不規則波の波浪変形実験	1 2
4 2	Boussinesq モデルを用いた沖合の構造物による波浪・海浜流の数値計算の適用性	1 2
4 3	3次元広域海浜流数値モデルの適用性に関する研究	1 2
4 4	河口砂州周辺の海浜流計算モデル	1 3
4 6	構造物沿いの斜め入射波の発達における入射波の非線形性および方向分散性の評価	1 3
4 8	ワイブル分布に従う極値データの N 年最大統計量の定式化とその適用性	1 4
4 9	波高の極値統計解析における層別化手法の精度の検討	1 4
5 0	波高の極値統計解析手法に関する国際共同研究成果との比較	1 5
5 1	確率的低気圧モデルに基づく波高の極値推算システムの適用性	1 6
5 2	設計波周期の設定法の提案	1 6
5 3	日本沿岸における波の持続特性の推定について	1 7
5 4	第三世代波浪推算モデルの浅海域への適用	1 8
5 5	1点浅海モデルおよび WAM による長期波浪推算結果の相互比較	1 9
5 6	方向スペクトル観測値に基づく第三世代波浪推算法 (WAM) の推定精度に関する検討	1 9
5 7	台風 9807 号通過地点で観測した異常波浪特性と既往推算法に基づくその再現性に関する検討	1 9
5 8	入射波の方向分散を考慮した拘束長周期波の推定と自由長周期波の伝播特性	2 0
6 0	ラディエーションストレスによる港内長周期波の計算モデル	2 0

6 1	台風に伴う波浪と長周期変動	1 - 2 1
6 5	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	2 1
6 6	南九州沿岸および南西諸島海域における津波の広域数値計算	2 1
6 7	南本州海嶺の津波導波特性	2 2
7 0	津波の市街地への氾濫と地下空間への浸水過程のシミュレーション	2 2
7 1	街路ネットワークモデルに基づく高潮氾濫時の避難行動解析	2 2
7 2	津波・高潮・洪水氾濫による地下街水害対策の提案	2 3
7 3	津波による人的被害予測に関する一考察	2 3
7 7	1998 年パプアニューギニア地震津波の波源に関する考察	2 - 1
7 8	1998 年パプアニューギニア・シッサノ津波の数値的解析	1
7 9	1998 年パプアニューギニア地震津波の現地調査	2
8 0	熱変動特性から見た夏季鹿島灘沿岸域における海水流動特性	3
8 1	A D C P を用いた五ヶ所湾の内部潮汐観測	3
8 3	河口二層流の連行現象に関する現地観測	4
8 5	陸奥湾湾口部における流動構造の不定性に関する研究	5
8 6	石狩湾沿岸の冬期の三次元流動特性	5
8 7	風による広域海浜流の発生機構と平面分布特性	5
8 8	風外力が及ぼす密度成層水域の内部流動シミュレーション	6
8 9	沿岸域における流れの長周期変動と風の関連性	6
9 0	日本海における表層水と深層水の交換過程に関する検討	7
9 1	東京湾における成層期流況の動的変動過程について	7
9 2	沿岸海域流動モデルの計算精度と問題点の把握	8
9 3	高度化した沿岸海水流動計算法を用いた原油流出シミュレーション	8
9 4	内部潮汐を考慮した英虞湾の流動シミュレーション	8
9 6	気泡噴流による塩水遡上制御の数値解析	9
9 7	大阪湾における友ヶ島反流の現地観測	9
9 8	鹿島灘沿岸域における広域海水流動と河川水挙動に関する現地観測	1 0
9 9	固気混相流モデルと粒状体モデルの融合による飛砂の流動過程の数値解析	1 0
1 0 1	後浜から砂丘前面にかけての飛砂量の数値計算	1 1
1 0 2	海浜植生を用いた飛砂制御に関する基礎的研究	1 1
1 0 3	双峰型粒度分布を持つ砂層上の飛砂現象について	1 1
1 0 4	混合粒径シートフロー漂砂の鉛直分級過程の可視化実験	1 2
1 0 5	非対称振動流作用下における混合粒径砂の移動機構に関する研究	1 2
1 0 6	駿河海岸和田鼻地先における砂礫の粒径別運動特性	1 2
1 0 7	リーフギャップ背後における三角形砂州の形成とその周辺における流れ、汀線変化	1 3
1 0 8	DSMC 法による非対称砂漣上の浮遊砂拡散過程の数値シミュレーション	1 3
1 0 9	GAL-LES モデルに基づくシートフロー現象の大規模渦構造に関する数値解析	1 3
1 1 0	遡上域を含めた沿岸漂砂量岸沖分布に関する研究	1 4
1 1 1	波打ち帯での岸沖漂砂量と地形変化	1 4
1 1 2	時間変動波浪を用いた海浜変形実験	1 4
1 1 3	高波浪時の越波による海浜地形変化	1 5
1 1 4	現地観測による砕波帯内の流れ構造および底質浮遊機構の解明	1 5
1 1 5	連続採水による現地砕波帯浮遊砂濃度および粒度分布の時系列変化	1 5
1 1 6	船体取付型 ADCP によるシルトおよび微細砂の濃度の時空間変動の現地観測	1 6
1 2 0	波による水圧変動に対する底泥層の安定について	1 6
1 2 1	掃流砂と浮遊砂を統一的に取り扱う砕波帯内漂砂量モデルとその検証	1 7
1 2 3	海浜断面における波動・地形変化の数値シミュレーション	1 7
1 2 5	沖合大規模構造物による海浜変形	1 8

1 2 6	主成分解析による新たな地形変動分析法に関する理論的検討	2 - 1 8
1 2 9	吉野川下流部の地形変動と洪水による河口砂州変形計算	1 9
1 3 0	簡易モデルによる中小河川の砂州フラッシュ予測	1 9
1 3 1	現地資料に基づく河口砂州の形状と崩壊に関する考察 砂州の存在を許容した河道管理計画に向けて	1 9
1 3 3	天竜川以西の遠州海岸の汀線変化と沿岸漂砂量分布の推算	1 9
1 3 5	清水海岸海底谷周辺の波・流れと漂砂機構	2 0
1 3 6	富士海岸における侵食対策としての動的養浜の効果	2 0
1 3 9	南九十九里浜 BMS 工法の侵食防止効果と地下水特性の現地調査	2 1
1 4 0	堆砂と清浄海水の取水水面から見た茅ヶ崎海岸の B M S の検討	2 1
1 4 3	海浜安定化に関する透水層埋設の三次元的効果	2 1
1 4 4	人工海浜への透水層埋設工法適用に関する検討	2 1
1 4 6	締まり度向上による海浜変形制御に関する実験的研究	2 2
1 4 7	小型潜堤による海浜安定工法の現地適用性について	2 3
1 5 0	平面波浪場の越波特性と算定法	2 3
1 5 1	複合断面消波護岸の越波特性	3 - 1
1 5 2	消波型高基混成堤の越波特性に関する大型模型実験	1
1 5 4	駿河海岸における台風襲来時の波浪特性と越波実態	2
1 5 5	伝達行列を用いた消波工の消波性能の検討	2
1 5 7	液状化した砂地盤の締め固まりと波の減衰について - 液状化消波システムの実用化に関する研究 -	3
1 6 0	渦流れの増大現象を利用した垂下板式の反射波低減工について	4
1 6 2	往復流下における柔軟な植生周りの流れに関する研究	8
1 6 4	ケーソン式混成堤の主要な被災パターンについて	8
1 6 5	多脚構造物に作用する鉛直方向氷荷重の野外実験とその評価	9
1 6 6	現地観測結果を用いた波浪変形計算および波力の推定精度に関する研究	9
1 6 7	波と流れの共存場に設置された低天端高の捨石マウンド海岸構造物の安定性に関する研究	9
1 6 8	水底トンネル押し出し工法施工時の函体に働く流体力	4 - 1
1 6 9	ケ - ソンの曳航・据付時の動揺および索張力	1
1 7 0	垂下型汚濁防止膜の係留力に関する模型実験	2
1 7 1	非線形境界要素法を用いた浮体の 3 次元有限振幅運動の解析法	3
1 7 2	船体動揺計算における港内副振動の考慮方法と粘性減衰係数の評価	3
1 7 3	長周期船体動揺の数値計算による再現性に関する研究	4
1 7 4	最適制御理論に基づく複数連結浮体の動揺制御	4
1 7 6	超大型浮体式海洋構造物における海震時の応答推定法に関する研究 (第 2 報) 粗密波の伝播特性に関する考察	5
1 7 7	消波ブロック被覆堤の前面マウンド被覆材の耐波安定性	5
1 7 8	捨石護岸の断面的・平面的安定性と水理特性	5
1 7 9	天端被覆ブロック護岸の設計法に関する研究	5
1 8 0	低天端離岸堤の被覆ブロック被災機構に関する研究	6
1 8 1	確率論的手法を用いた人工リーフ被覆石の安定性の検討	6
1 8 2	潜堤被覆材の所要重量算定に関する実験的研究	5 - 1
1 8 3	多方向不規則波における堤頭部被覆材の安定重量に関する研究	2
1 8 4	防波堤の信頼性設計法における時化のモデル化について	2
1 8 5	信頼性設計におけるケーソン防波堤設計波高の再現期間の選定	3
1 8 9	人工魚礁周辺の流れ場の解析と魚の鯖集に関する基礎的研究	4

190	縦スリット型藻礁の設計条件に関する研究	5 - 4
191	間隙水飽和度の鉛直変化を考慮した海底地盤の波浪応答	5
192	津波による円柱周辺地盤の動的挙動に関する大型実験	5
193	高波浪場における海岸堤防周辺地盤の動的挙動に関する研究	6
196	投入土砂堆積形状予測モデルにおけるパラメータ設定と流れ場への適合性	6
197	塩水中における微細土粒子の凝集・沈降挙動に関する研究 ベントナイトをモデルとして	7
198	Lagrange 型固液二相流モデルによる海洋投棄微細土砂の拡散過程の数値解析	7
199	沿岸域の底層における懸濁態粒子の物理的挙動	8
200	非成層期の東京湾における朔望周期の流れ場	9
201	冬季東京湾における黒潮系暖水波及の実態解析	9
203	3次元生態系・水質モデルによる東京湾の水質改善予測	10
204	三浦半島沿岸での赤潮の発生と久里浜湾周辺での水塊移動	10
205	東京湾における赤潮の消長要因に関する考察	10
206	珪藻 渦鞭毛藻類の種間競争を考慮した田辺湾の赤潮モデル	11
207	汽水湖沼における底層水質の急変現象と溶出の非定常過程	11
208	紀淡海峡における海水交換と物質輸送過程の解明	11
209	広島湾北部海域の流動構造と海水交換特性	12
210	大村湾湾口近傍における潮流現象の現地観測と数値計算	12
211	水質環境の動的変化に着目した英虞湾の現地観測	6 - 1
213	大船渡湾における窒素・リン分布の季節変動特性	1
214	閉鎖性湾の海水交流に関する研究 島根県中海・宍道湖水系について	1
215	中海における赤潮発生過程に関する実験的研究	2
216	氷板下での油拡散に及ぼす流れの影響に関する実験的研究	2
217	実海域における下部透過型防波堤の海水交換特性	2
218	噴流式水流発生装置による港湾域での生物生息環境の改善	3
221	スロープ水路を有する透過性防波堤に関する研究	4
222	数値シミュレーションによる閉鎖性湾の浄化対策の検討 - 大船渡湾を対象として -	4
225	有明海の白川・緑川河口域における干潟環境特性とその評価に関する研究	4
227	浦ノ内湾における渦鞭毛藻プランクトンの発芽特性と出現状況について	5
228	海岸域の底生生物とその生息環境に関する全国的調査	6
229	岩礁性生物ウニ・海藻への漂砂の影響に関する実験的研究	7
230	波浪によるウガノモクの幼胚および成体の基質付着限界	7
231	波浪環境下におけるエゾパフンウニ稚仔の棲み場の評価	8
232	藻場生産力予測シミュレーションモデルの開発 (第2報)	8
233	藻場造成を考慮した防波堤の効果評価	9
234	北海道寿都町美谷海域の沿整施設におけるホソメコンブ群落の形成機構	10
235	大阪湾沿岸および東播海岸における人工磯の付着動物相に関する現地調査	10
236	猪鼻湖湖岸における生物活動の活発・不活発ゾーンの形成と作用波浪の関係	11
237	サンゴ礁海域の水環境に関する陸水・外洋水影響の検討	11
238	高解像度水深マップを用いたサンゴ礁海域の流動シミュレーション	12
239	埋立前後における生態系の構造と機能の変化に関する定量的評価の試み	12
240	船舶航跡波影響下のアマモ分布条件	13
241	生態系モデルによる生物の生息に適した港内水域環境維持のための導水方法に関する検討	14
242	栄養塩成層下における藻類種遷移と Chattonella 赤潮発生過程のモデル化	14
243	一次生産量の時空間分布の算定手法	14
244	現地調査によるアサリ生息量と環境要因との関係の検討 - 神奈川県金沢湾・平潟湾を対象として -	15
245	自然環境調和型構造物における藻場の流速とウニの食害に関する研究	15

246	ナマコを活用した底質改善効果の定量化に関する検討	7 - 1
248	定点観測データから捉えたサンゴ白化の一因としての海水温の変化について	1
253	新型振り子式波浪発電の現地性能試験	2
254	カリフォルニア州で適用が始まったサンドミティゲーションプログラム	3
255	防波堤の建設に起因するサーフスポットの形成機構	3
256	快適な海岸環境要素としての香気発生特性に関する研究	3
257	砂浜海岸におけるアメニティと環境価値に関する研究	4
258	CVMによる海岸空間の価値に関する意識調査	5
259	津波常襲地域における住民の防災意識に関するアンケート調査	6
260	電波 超音波ブイ式バイオテレメトリーによるカブトガニの行動モニタリング	7
261	ADCPによる沿岸水質の長期モニタリング	8
264	現地連続計測型多成分濃度計開発のための基礎的研究	8
266	仙台湾周辺海域水温環境に対する外洋・気象変動の影響に関する研究	9
268	ERS1-SAR 画像の波数スペクトルの比較による線形および準線形理論の適用性に関する研究	9
269	海洋レーダによる表層流れと風に関する研究	10
270	VHF 海洋レーダの表層流観測による潮目挙動の解析	10
271	PIV 画像解析手法を用いた浮遊漂砂量計測	10

## 第46回海岸工学講演会討議集

**論文番号 1**

著者名 中谷耕一, 水口優  
論文題目 多方向遷移波の造波理論  
討議者 磯部雅彦(東京大学)

**質疑**

逆問題で複数ロッドの場合, 側壁の境界条件はどのようなものか. これに関連して, 造波板が設置された一辺のみの制御によって与えられた水面形を実現しようとするのは, 近似的な意味でと考えて良いのか.

**回答**

本研究では, 側壁は無限遠点にある, もしくは波を完全に透過させるものと仮定している.

なお, 与えられた空間波形にはそれを構成する基本波の進行方向の情報は含まれていないことから, その空間波形の実現を水槽の一辺に設置された造波板からの進行波だけによって成そうとすることは, 数多くある手段のうちの一つによるものに過ぎないということにはなるが, このこと自体は近似的なものではない。

しかし, 空間波形に対する単一ロッドの逆問題理論解が近似解であること, 複数ロッドの場合の理論解の組み合わせ方法を確立できていないこと等から, 現段階では与えられた空間波形の実現は「近似的なもの」となっている。

**論文番号 2**

著者名 金山進, 田中仁, 首藤伸夫  
論文題目 分散性を任意次数まで考慮した高次 Boussinesq 方程式の一般形について  
討議者 磯部雅彦(東大 新領域・環境学)

**質疑**

この研究で得られた分散関係式(27)は, 減衰定常波に相当する波数の解も含んでいるように見える。とすれば, この理論は段差があるような地形における波浪変形解析にもある程度適用可能と言うことになるのか。

**回答**

周波数  $\omega$ , 水深  $h$  が与えられれば分散関係式(27)は  $k^2$  に関する  $N$  次方程式となり,  $k^2$  が正となる解(進行波に対応)が1つと負となる解(減衰定常波に対応)が  $N - 1$  個存在することは他の多くの波動方程式, 例えば磯部(1994)による非線形緩勾配方程式などと同様です(ただし, 非線形緩勾配方程式はその定式化手法に基づいて成分数を増やしていくと自然と微小振幅波理論の分散関係式の pade 近似となるのに対して, この方程式では係数を合わせこんでやる必要があります)。式(8)の  $\partial^m u_a / \partial x^m$  に  $k^m$  を代入すると, 実数解の  $k$  に対しては進行波(本文図 - 2), 虚数の  $k$  に対しては図 - 2 のような整理は行っていません。本方程式は線形の範囲では磯部(1994)の非線形緩勾配方程式と類似した特性を有するはずですが, Zheng・Isobe(1998)の検討結果と同様, 高次モードの減衰定常波に対しては進行波成分ほどの(線形理論との)整合性はないものと考えられます。したがって, 本方程式をステップ地形による散乱波を含むような波動場へ適用するのは困難かと考えております。

**論文番号 3**

著者名 磯部雅彦, 渡辺晃, 小西勇介, 都築臨太郎  
論文題目 曲線型多方向不規則波造波装置の開発  
討議者 西村仁嗣(筑波大 機能工学系)

**質疑**

(コメント) 造波板の継目から擾乱波が発生することを避けるためには, 波源をもっと点波源にして造波ユニットの間隙を十分にとった方がよいのではないかと。

(質問) この種の造波形式では水槽側壁での反射波成分が実験領域に進入することになる。その制御はどのように考えるのか。(造波板が有限長であることの問題)

**回答**

その結果観測域が限定されるので, この問題を緩和するよう造波板の配置を考えている。

## 論文番号 5

著者名 ムスタファ アタウス サマド, 田中仁, 山路弘人  
論文題目 不規則波底面境界層の実験  
討議者 石田啓 (金沢大 土木)

### 質疑

- 1) 不規則波の場合, 図2, 図8などの矢印で示された部分(波形が急変する所)において, 境界層内の流速が主流流速に比べて異なった形状になってくる理由を教えてください. 質問者は, 境界層内では粘性により位相遅れが生じる(周波数により遅れ量は異なる)ことによると思いますが, 如何でしょうか.
- 2) 本研究の目的の一つは, 底質の浮遊機構などの解明にあると予想しますが, その場合, 渦度の時間変化が生じると, 上向きの揚力が発生すると思いますので, 底面せん断力のみならず, 底面での渦度の増加・減少が重要と考えるが, 如何でしょうか.

### 回答

- 1) おっしゃるとおりです. ここで考えている流れでは移流項を含まないため, 層流であれば正弦波の解の重ね合わせが厳密解になります. 調和分解した各成分の位相のずれは  $\pi/4$  であるため, これを重ね合わせたせん断力波形は一般に主流の波形からずれてきます. 従って, 不規則波でなくとも, 非正弦的であれば同様な現象が見られます. たとえば, クノイド波では, アーセル数の増加に伴い正弦的変動からずれて行く様子が観察されます(田中ら, 土木学会論文集, No.572/11-40, pp.85-90, 1997).
- 2) ご指摘のとおりです. 本研究では, もっとも基本的な特性量としてせん断力を扱っています. 砂移動との関係を議論するために, 粗面への拡張や, せん断力以外の特性量の検討が必要と考えます.

## 論文番号 6

著者名 間瀬肇, 目見田哲, 由比政年, 高山知司  
論文題目 不規則波のマッハ反射に関する研究  
討議者 森屋陽一 (五洋建設(株))

### 質疑

図-7 および図-8 において,  $x$  が 6 ~ 8 m 以上になると実験結果と数値計算結果があわない理由について, 1) 水槽全体の長周期水位変動の影響, 2) 有効造波領域外ということが考えられないか.

### 回答

指摘の通り, 1) および 2) のどちらの影響も考えられます. 特に, 1) よりも 2) の方が影響度が大きいのではないかと考えられます.

討議者 関本恒浩 (五洋建設(株))

### 質疑

実験では人工島前面部に消波工が入っているが, 数値解析では境界条件として考慮されていないと思われる. 線形回折理論が大きく計算されているのはその影響か.

### 回答

消波工による波エネルギーの散逸により人工島先端部の少し波下側ではそれより波上側の波高より小さくなると思われる. しかし, 無次元化波高にはその影響は大きく表れず, 線形回折理論と現象との差が表れていると考えています.

## 論文番号 9

著者名 蔣勤, 高橋重雄, 磯部雅彦  
論文題目 防波堤の波力算定への数値波動水路の適用性  
討議者 谷本勝利 (埼玉大学)

### 質疑

波圧の計算結果で, 消波ブロックで被覆されている場合, 負の波圧が現れないのは, そう言う現象なのでしょうか, それとも数値計算上の問題なのでしょうか?

### 回答

消波ブロックで被覆されている防波堤では, 堤体前面において平均水位の上昇によって, 負の波圧がある程度低減されることは物理現象として証明されている.

本研究での計算結果，負の波圧が現れないのは，堤体前面に被覆される消波ブロック中の複雑な自由表面を正しく判別できず，平均水位の上昇を過大評価した数値計算上の問題と考えられる。

#### 論文番号 13

著者名 谷本勝利，小林豪毅，Vu Thanh Ca  
論文題目 矩形断面水路における浅水航走波の数値計算  
討議者 後野正雄（大阪工業大学）

#### 質疑

フルード数が大きくなった場合，孤立波の伝播速度より船体のスピードが速くなり，進行方向前方での孤立波は発生しないのではないのでしょうか。本論文で示された数値計算結果では，フルード数が大きい場合でも孤立波が発生するような結果に見えますが，これでいいのでしょうか。数値計算／理論上の仮定に問題あるいは適用範囲があるように思われますがいかがでしょうか。

#### 回答

もっともな疑問だと思いますが，結論を先に言えば問題もないし，間違いでもありません。質疑の中にある孤立波は本論文でいうソリトンと解釈して回答します。ソリトンの伝播速度も孤立波のように波高の関数となり，波高が大きければ大きいほど微小振幅長波の波速より大きくなります。本論文では，水深フルード数の水深として静水深を用いています。したがって，大きな波高のソリトンが発生すれば，水深フルード数が1以上でも船の前を進むソリトンが存在します。このことは論文中の図-8に示されている Ertekin et al.の実験結果が水深フルード数が1以上の範囲までであることによっても確認されます。理論式はこのような有限振幅性を考慮したものですから，当然適用可です。このことは水路幅488cmの条件に対する計算結果が水深フルード数が1.2まで実験結果とほとんど一致することによっても例証されます。ただし，ソリトンにおいても波高があまりにも大きくなると砕波するようですが，理論ではこれを考慮していないので，そうした条件では計算値のほうが大きくなっています。これは今後の課題です。

#### 論文番号 14

著者名 間瀬肇，高山知司，北野利一，森安里夫  
論文題目 位相平均波浪変形解析モデルへの回折効果のモデリングと適用性に関する研究  
討議者 松本幸久（名古屋大学大学院）

#### 質疑

このモデルを潜堤に対して使おうと思っているが，水深急変部がある場合にも適用可能か。

#### 回答

厳密には，水深急変部がある領域では，エネルギー平衡方程式に基づく位相平均解析モデルは適用できません。なぜなら，エネルギー平衡方程式は一波長内での波の変化は小さい，反射波の形成を考慮してないためです。ただ，計算メッシュサイズを小さくして潜堤による水深変化を表せば，計算自体はできます。また，潜堤による反射率を予め設定して，そこから沖方向に波浪計算をすることにより反射波を求めることができ，エネルギー的な足し算によって潜堤がある場での波高分布を得ることができます。ただし，入射波と反射波の位相干渉が考慮できないので，潜堤近傍の波高は実測されたそれと異なりますが，近似的には対応します。

討議者 平石哲也（運輸省港湾技術研究所）

#### 質疑

河川流が強いときの適用性に関して検討しているか。

#### 回答

本計算モデルは，河川流が強く砕波が生じる場合には今のところ適用できない。流れによる砕波エネルギー減衰，平衡スペクトル勾配など，まだ十分に定式化されていないので，現在検討を始めたところです。

#### 論文番号 15

著者名 Mohammad Mohiuddin，富樫宏由，平山康志  
論文題名 傾斜海底地形上における波・流れ相互干渉のモデル構築

#### 訂正

式(3)の次2行目に式の説明シンボル記号にミスがあり，小文字の  $u$  ではなくて大文字の  $U$  が正しい。



討議者 平石哲也 (運輸省 港湾技術研究所)

質疑

How about the possibility to develop this model to apply for irregular wave condition?

回答

For irregular wave conditions, primarily we need to modify the incident boundary conditions of the model. The modifications require the formulations of second order boundary conditions for irregular waves. At present, as we are using a semi-implicit finite difference scheme for regular wave transformations, an improved scheme (implicit scheme) may be required for irregular wave propagation into the domain.

After all, considering the above factors, there is a good possibility to develop/extend the present wave-current model for the simulations of irregular wave field.

論文番号 18

著者名 平山克也, 加藤雅也, 平石哲也

論文題目 ADI差分法を用いたブシネスモデルの打ち切り誤差解析

訂正

(5)式にミスがあり, 正しくは右边第7項を削除し, 以下のようになる.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = & \frac{\Delta t}{4} \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} - \frac{\Delta t^2}{24} \frac{\partial^3 \eta}{\partial t^3} \\ & + \frac{\Delta t}{2} \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t} - \frac{\Delta x^2}{24} \frac{\partial^3 P}{\partial x^3} - \frac{\Delta t^2}{8} \frac{\partial^3 P}{\partial x \partial t^2} \\ & - \frac{\Delta y^2}{24} \frac{\partial^3 Q}{\partial y^3} - \frac{\Delta t^2}{4} \frac{\partial^3 Q}{\partial y \partial t^2} \end{aligned} \quad (5)$$

(6)式の右边第1項の符号にミスがあり, - を + に修正し, 以下のようになる.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = & + \frac{\Delta x}{4} K_x \sqrt{gD} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} - \frac{\Delta y}{4} K_y \sqrt{gD} \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} \\ & - \frac{\Delta x^2}{24} (1 + 2K_x^2) \frac{\partial^3 P}{\partial x^3} - \frac{\Delta y^2}{24} (1 + 5K_y^2) \frac{\partial^3 Q}{\partial y^3} \\ & - \frac{5\Delta x^2}{24} K_x^2 \frac{\partial^3 P}{\partial x \partial y^2} - \frac{\Delta y^2}{12} K_y^2 \frac{\partial^3 Q}{\partial x^2 \partial y} \end{aligned} \quad (6)$$

討議者 安田誠宏 (京都大学大学院)

質疑

線形項より生ずる打ち切り誤差を修正したType1と非線形項より生ずる打ち切り誤差を修正したType2とを比較した場合に, 差分間隔を大きくしてもいずれも計算精度は低下せず, その効果の差違はほとんどみられないということだが, 計算時間等を考えるとType1による修正で十分ということか.

回答

本研究では, 一次元台形潜堤と二次元球面浅瀬を含む波浪場を対象として, 差分間隔の違いによる計算精度を検討しています. これらの計算結果においては, 比較的簡単な修正項を加えるType1を用いることにより, 差分間隔を大きくした場合に生じる打ち切り誤差の発生を抑制する効果が認められます. 一方, 浅水変形など波の非線形化の影響がより顕著に現れる波浪場においては, 非線形項より生じる打ち切り誤差の抑制項を有するType2の計算精度は, 前述のType1の計算精度に比べて若干ですが向上しています. したがって, 実用上の計算ではType1を用いれば良いと考えますが, 砕波点近傍の波浪変形計算の精度を問題とする場合には, Type2を用いることも検討する必要があると思います.

## 論文番号 20

著者名 杉原裕司, 高崎敦彦, 松永信博  
論文題目 風波下における乱流境界層の構造  
討議者 加藤始 (茨城大 工学部)

### 質疑

- 1) 使われている流速計の周波数特性は, 研究目的に対して十分ですか.
- 2) 図 - 3 の低周波側の  $f$  の  $-5/3$  乗領域は, 通常知られる (エネルギーのカスケード構造が働く) 慣性平衡領域に相当するものですか.
- 3) この低周波側の (図 - 3 程度) パワーが, downward burst といえる何か実験的根拠はありますか.
- 4) 図 - 3 の流速変動成分  $u, w$  は, 波の軌道流速が含まれたものですか. また, 図 - 5, 6 で, どのようにしてそれを分離したのですか.

### 回答

- 1) 使用した流速計の測定周波数は 25Hz ですが, 本研究では主に低周波の乱れを対象としてますので, この測定性能で十分だと考えております.
- 2) 図 - 3 の流速変動のパワースペクトルにおける低周波側の  $-5/3$  乗領域は, 慣性小領域に相当する帯域であると思います.
- 3) 風波の卓越周期よりも十分に長いタイムスケールで間欠的に発生する大規模なレイノルズ応力の生成があることを, 流速変動の時系列解析から確認しています. この結果より, 低周波側の乱れの生成に downward bursting が深く関わっているものと考えております.
- 4) 図 - 3 のスペクトルには波動成分が含まれております. 図 - 5, 6 では, 単純なカットオフフィルターを用いて低周波の乱れ成分を抽出し, 乱流特性量を算定しております.

討議者 水谷夏樹 (岐阜大院 工学研究科)

### 質疑

- 1) 図 - 2, Run3 の上昇流は, 水槽内の 2 次流ではないのか.
- 2)  $z=-7\text{cm}$  は, 吹送流と補償流の境界付近にあり, ここでのスペクトルはこの流れのシアーによる渦を計測しているのではないか.
- 3) 基準風速が 5m/s の場合, いわゆる whitecaps は発生しないと思われるが, 10m/s の場合と同様に,  $0.1\sim 1$  の周波数帯に  $f$  の  $-5/3$  乗領域が現われている. とすれば, この領域は DBBL ではなく, 吹送流による乱流ではないでしょうか.

### 回答

- 1) 図 - 2 の平均流速分布における Run3 の上昇流は, ご指摘のとおり水槽内に発生した 2 次流であると思います.
- 2) 流速のシアーは水表面近くほど強いはずで, 吹送流と補償流の境界付近に特に卓越した渦構造があるとは思いません. したがって,  $z=-7\text{cm}$  のスペクトルが特別なものであるとは考えておりません.
- 3) 我々は, downward bursting は whitecap との関係で発生するものとは考えておりません. たしかに, whitecap があるときには気泡の貫入状況から DBBL を可視化できるわけですが, 気泡のない場合でも DBBL 自体は存在するものと考えております.

## 論文番号 21

著者名 竹原幸生, 加藤明秀, 江藤剛治  
論文題目 風波による炭酸ガス溶入過程の可視化  
討議者 森信人 (電中研)

### 質疑

- 1) 実験の風速は.
- 2) 循環風洞は長時間実験すると温度変化があると思いますが, 計測, 制御したのでしょうか.

### 回答

- 1) につきましては, 今回低風速の風波発達初期の実験を行いました. 大まかな風速の計測は, ドライアイスによる煙を高速ビデオカメラで撮影し, 煙の移動距離から算出したしておりますが, 計測上誤差が大きいと思われます. 現在, 私共のところでは開発いたしました高精度な粒子追跡速度計測法 (PTV) である Super-Resolution KC 法を用いまして, 水表面極近傍の気相側, 水相側の流速分布を計測中でありませす. その結果がまともになりしだい, 改めて報告させていただきます.

だきたいと思っております。

- 2) に関しましては、今回温度の計測、制御は行っておりません。風洞水槽の気密性実験では温度変化の水中への炭酸ガス溶入に及ぼす影響が問題になると思われま。しかし、今回の約2時間半の実験では±1%の精度で大気中の炭酸ガス濃度を制御することができたので、温度変化による影響は大きくないと考えております。また、実際の可視化実験では、長くて30分程度ですので、急激な外気温の変化がない限り、温度変化が可視化に及ぼす影響も少ないと考えております。

**論文番号 22**

著者名 杉原裕司，高崎敦彦，松永信博，児玉真史

論文題目 風波気液界面におけるガス交換係数の評価

討議者 森信人（電力中央研究所）

**質疑**

結論3)で、ガス交換係数と波形勾配が関係すると述べられているが、スケール効果が大きいkLに対し、波形勾配のみで整理できるとは考え難い。図-6からも、そのようなtrendは読み取れないように見受けられる。

**回答**

ここでは、入射する規則波の波形勾配に対するkLの依存性を見ただけであり、我々もうねりの波形勾配のみでkLが表示できるとは考えておりません。ただし、風波界面の局所勾配等はkLを規定するパラメータの一つになる可能性はあると思います。

討議者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

**質疑**

規則波に風を与えた場合の水面下の流速鉛直分布を教えてください（私の経験及びStanford大のグループの測定結果では、流速勾配が摩擦速度から評価される勾配よりかなり小さくなっています）

**回答**

規則波を付加したケースの流速の鉛直分布については、まだ十分に検討しておりません。この点については、乱れの構造と併せて今後さらに検討したいと考えております。

**論文番号 24**

著者名 渡部靖憲，大塚淳一，佐伯浩

論文題目 自由落下水塊に伴う気泡の生成・運動機構

討議者 石田啓（金沢大学）

**質疑**

水注の落下によって気泡が発生するメカニズムを教えてください。海中に入った気泡が与える化学的・生物的影響について今後研究される予定はありますか？

**回答**

論文にもありますが、ジェット下で流入する運動量の変化に起因する圧力変化によりジェット表面と自由水面の間に楔形の水面形が発生します。気泡はこの楔の先端から発生することが確認されています。ここでは圧力と表面張力がバランスした力学的関係がありますが、なんらかの影響で不安定になり水面が小さく変動し気泡が生成されると考えています。界面活性剤により表面張力を低下させたとえで同一のジェットを落下させると気泡は生成しないか生成したとしても非常に小さいものしか現れません。このことは気泡の生成は本質的に表面張力に起因する不安定性が原因であることを意味すると考えています。もちろん、初期条件としてのジェットの性質（例えば乱れ等）にも依存します。砕波による混入気泡は沿岸域の酸素供給の大きな要素であり、非常に興味深いテーマだと思います。気泡が流体・底質に与えるの力学的影響を調べると同時にこれらの影響についても勉強していきたいと考えております。示唆、ありがとうございました。

**論文番号 25**

著者名 水谷夏樹，安田孝志，小笠原敏記，井坂健司，多田彰秀，福本正

論文題目 水面波ジェットと突入後の砕波過程との関係について

討議者 合田良実（横浜国立大学）

質疑

図 - 4 で 3 つの領域に分かれるとされていますが、それぞれの領域と碎波位置の関係を御説明ください。

回答

図 - 5 における計算結果では、いずれも  $X/h=35.7$  のところに潜堤の後端部がありますのでそれを目安にすると、図 - 4 の最も左側の領域は図 - 5(a)に相当します。碎波点は潜堤後端部より無次元で 2 程度離れた場所となっています。図 - 4 の真ん中の領域は図 - 5(b)に相当し、碎波点は潜堤後端部より無次元で 1 程度、図 - 4 の最も右側の領域は図 - 5(c)に相当等し、碎波点は潜堤後端部より沖側に 0.3 程度戻ったところにあります。

#### 論文番号 27

著者名 宮本恭交，長尾昌朋，新井信一，上岡充男

論文題名 孤立波碎波の水面形と流速分布の可視化計測

討議者 鷲見浩一（名古屋大学工学部土木工学科）

質疑

図 - 5 ~ 7 の流速ベクトルの測定できていない原因を教えてください。

回答

実験は、まずトレーサ粒子を投入し、次に水を十分に静止させ、そして波を起こすという手順になります。再現性のある孤立波碎波の実験を行う場合には、波を起こす前に 10 分程度水を静止させる必要がありますので、かなりの数のトレーサ粒子が浮上または沈降してしまいます。このようなことから、十分な数のトレーサ粒子を確保できなかったことが流速ベクトルを測定できなかった原因と考えられます。

討議者 水谷夏樹（岐阜大学大学院工学研究科）

質疑

- 1) ジェットが放出される過程において、下層より水 空気 水 空気の順で相が変化し、相境界ではレーザー光が強散乱してトレーサが見えないのではないか。
- 2) 図 - 8 はジェット内の流速の鉛直分布であり、自由落下の軌跡とは本質的に異なるものの比較であると思います。ジェット先端部の時間的变化について調べた場合についての結果について教えてください。

回答

- 1) 孤立波の場合は戻り流れや前の碎波の影響がないため、碎波突出部が前方の水面に突入するまでは幅方向に均一な運動をしています。よって、レーザー光が幅方向に乱されないため、トレーサ粒子は十分に確認できます。なお、水面のカーブによってレーザー光の照度が変化しますが、これは画像処理によって補正可能な範囲です。
- 2) 碎波突出部の内部で圧力勾配がほとんどなく、かつ、突出部への水の供給部の高さが一定と仮定すれば、突出部内部の流速分布と自由落下速度は一致すると考えられます。本研究ではこれらがほぼ一致したので、突出部が自由落下に近い運動をしていると考えました。先端部の位置の時間的变化につきましては今後検討したいと思います。

#### 論文番号 28

著者名 山田文彦，滝川清，高山浩介

論文題名 画像解析による碎波変形過程の内部特性と碎波形式および空間波形との関係

討議者 吉岡洋（京都大学 防災研究所）

質疑

質量保存を満たしていない部分は、計測データがなく、線形補間した所で生じるのか？（発表では欠測域と質量保存測を満たしていない部分が一致しているように見えた）

回答

流体内部に関しましてはご指摘の通りであると考えております。ただし、自由表面や底面などでの構造物との境界近傍では、たとえデータが計測されていても画像解析上で厳密な境界条件を課することができないため、質量保存測を満足させることが難しく、不自然な計測結果となる場合があります。そのような場合、本研究で示したようなマスコンモデルに基づく速度場の補正方法は、質量保存測を満たしていない部分のみを有効に補正することが可能です。

討議者 水谷夏樹（岐阜大学大学院）

質疑

巻き込みジェットが形成された場合や、空気が混入する場においてもマスコンモデルは適用可能か？

回答

基本的には適用可能と考えております。また、潜堤上砕波での気泡混入領域の画像解析にマスコンモデルを適用した例はすでに公表しております（海岸工学論文集，第45回，pp. 101 - 105）。

しかしながら、気泡混入領域において厳密には気液2相状態それぞれに対してマスコンモデルの補正を行う必要がありますが、現時点ではそこまでは考慮できておりません。

**論文番号 29**

著者名 渡部靖憲，安原幹雄，佐伯浩

論文題目 大規模旋回渦，斜行渦，3次元砕波ジェットの生成及び発達機構

討議者 武若（筑波大学）

質疑

計算により，wave setup，平均的な流れ場を再現することが可能か否かをお教え下さい。

回答

著者等が行った2次元計算の結果から適当な set down, set up が得られています。3次元計算でも同様と考えられ、平均流れ場を求めることも可能です。特に平均流の分布には興味があり、これから調べていく予定です。ご指摘ありがとうございました。

**論文番号 30**

著者名 川崎浩司，村瀬政善，渋谷貴志，岩田好一朗

論文題目 大規模砕波に伴う水中圧力変動と砕波形態に及ぼす台形型潜堤の幾何形状効果

討議者 合田良実（横浜国大）

質疑

貴論文に限らないのですが、周波数スペクトルを提示される時は、解析の際の自由度を十分に多く取り（40 くらい以上）、スペクトル推定値の変動を押さえるようにして下さいをお願いします。

回答

ご指摘のとおり、スペクトル推定値の変動（誤差）を極力防ぐためには、自由度を多くとる必要があります。しかし、今回提示したスペクトルの結果は、造波装置及び消波装置からの反射波の影響を受けない範囲（数波程度）で解析しているため、十分な自由度を有しておりません。今後、同条件下で水理実験を繰り返し行うことにより、自由度を増大させ、スペクトル推定値の変動を押さえるようにしたいと思います。

**論文番号 31**

著者名 武若聡，中村崇

論文題目 係留ビデオシステムによる砕波帯の水理現象観測の試み

討議者 泉山耕（船舶技術研究所）

質疑

画像の前処理として歪の除去をしているが、これはどのような方法で行っているのか？ あらかじめ形状が判っている構造物等（今回の場合は、例えば、棧橋）が画面に捉えられている必要があるのか？

回答

広角レンズの歪の除去は、例えば、格子を描いた平板を撮影し、これを歪の無い画像に変換する関係式を見出すことにより行った。これにより、歪の除去は撮影されている対象物を問わずに行える。

相対的な位置（座標）の判っている物（例えば、棧橋の特徴点など）は、個々の画像の標定、すなわち、位置合わせ、垂直画像への変換等、を行う際に必要となる。

**論文番号 32**

著者名 水谷夏樹，安田孝志，小笠原敏記

論文題目 孤立波の砕波過程への  $k$ -モデルの適用と乱流構造に関する研究

討議者 二瓶泰雄（東京工業大学）

質疑

数値計算におけるエネルギー収支はどのようになっているのでしょうか。

回答

運動エネルギーとポテンシャルエネルギーと乱流エネルギーの収支はジェット突入直後から合わなくなってきます。この原因は計算領域内の水がジェット突入直後より徐々に減っていくためと考えています。計算領域全体の水は計算開始に比べて計算終了時点で1%程度の減少に留まっているのですが、造波した部分（静水面より上の孤立波の部分）については10%程度水が減少していました。実験における空間波形との比較から全体的な波高の低下は確認できませんでしたので、流速の早い表面セルの消滅が直接的に関係し、運動エネルギーの過剰な低下を招いているものと考えています。

討議者 岡安章夫（横浜国立大学）

質疑

乱流エネルギーの生成が小さいということですが、これは生成エネルギーの全積分値が入射波のエネルギーとバランスしないということでしょうか。

乱流エネルギーの解釈に際して、この場合は計算グリッドサイズ以下のものを取り扱っていると思いますが、一般的に「碎波における乱れエネルギー」と呼んだ場合、グリッドサイズよりずっと大きい運動も含まれると思います。このような乱れエネルギーの定義の相違と乱流エネルギーの大小には何か関係があるのでしょうか。

回答

二瓶先生へ回答でも述べたように計算領域における全エネルギー収支はとれていません。したがって正確なことは言えませんが、運動エネルギーのオーダーに対して乱流エネルギーのオーダーが非常に小さいため、運動エネルギーの低下分を全て乱流エネルギーへの遷移と説明することに無理があるのではないのでしょうか。

基礎方程式に Reynolds 方程式を用いた場合、方程式レベルですでに平均操作が入っておりそこにはグリッドの概念は入ってきません。Reynolds 方程式の平均操作をアンサンブル平均とするのか、ある時間的概念を用いた時間平均とするのかについては議論の分かれるところですが、孤立波の場合は位相平均的時間平均の概念を用いることができませんので、平均操作としてはアンサンブル平均と理解することが妥当かと思われます。グリッドはそれらの方程式を離散化する際に用いられるものですから、平均流成分も乱流成分も方程式レベルで分離された後に、グリッドサイズで再度平均化されているものと考えております。したがって、一般的に点計測における時系列データのような乱れと平均流との分離に伴う定義の違いは、ここでは当てはまらないものと思います。

論文番号 33

著者名 陸田秀実，安田孝志

論文題目 碎波後の気液混相流体場の力学的運動機構に関する数値解析

討議者 二瓶泰雄（東工大）

質疑

- 1) 境界面が存在するメッシュにおける音速  $C_s$  の与え方。
- 2) 水中に混入された気泡の追跡に関する計算精度が保たれているか。

回答

- 1) 各メッシュにおける音速  $C_s$  や粘性係数は、各相においてそれぞれ与えられている。ご指摘の境界面におけるこれらの値の与え方は、各メッシュ各相における密度関数を用いることにより、重み付けを行い、各メッシュの局所的な音速や粘性係数を求めている。この方法は、境界面がぼやけてしまう場合は全く意味をなさないが、本数値計算手法のように CIP 法を用い高精度に界面が捕獲されている場合に限り、非常に有効な手段となり得ると考えている。
- 2) 本数値計算手法および結果の最大の特徴は、碎波による連行気泡の挙動を初めて直接的に表現した点にある。但し、碎波後の大規模な流体運動に対して、格子スケール以上の気泡は大きな影響を与えるものの、格子以下の微小スケールの気泡は無視できるものとして考えている。したがって、ご指摘の連行気泡の計算精度については、格子スケール以下の気泡は捉えることが出来ていないため、この点における計算精度はいぜんとして課題となる。しかしながら、連行気泡の体積（ボイド率）の総和の時系列変化を調べたところ、ある時刻にピークを持つ2次曲線的な変化を示すことが明らかになり、定性的ではあるが実現象に相応した変化過程が見られた。いずれにしろ、計算精度を厳密にチェックするためには、3次元で連行気泡体積を計測できる実験システムの開発が必要となる。

**論文番号 34**

著者名 大山巧, 石原孟, 瀬岡和夫  
 論文題目 鉛直積分型 Reynolds 方程式による碎波時流体力評価  
 討議者 浅野敏之 (鹿児島大学)

**質疑**

エネルギー生成率に関わる渦の半径  $r_0$  を波峰高さ  $\eta$  の 0.5 倍とすることは, 進行波碎波では理解できるが, 重合波浪場で果たして適当であるか?

**回答**

本モデルでは, 乱れエネルギー生成項を bore 前面の大規模渦により生成される成分  $P_B$  と流体のせん断変形に伴う内部生成成分  $P_I$  の和として評価しています. このうち御質問の渦の半径  $r_0$  は  $P_B$  のみに関係するわけですが (式(34)), 重合波浪場では波峰上の水平流速  $u_C$  が 0 に近くなるため  $P_B$  よりも  $P_I$  が支配的な生成項になります. 言い換えれば,  $P_B$  の評価が問題となるのは特に進行波碎波であるため,  $r_0 = 0.5\eta$  とモデル化しました. 碎波形態により渦スケールを変化させることも原理的には可能ですが, モデル化が複雑になるため, ここでは行いませんでした.

**論文番号 35**

著者名 瀬岡和夫, 田村仁, 清川哲志  
 論文題目 多方向平面波浪場における非線形分散性波動の碎波モデルに関する研究  
 討議者 岡安章夫 (横浜国大)

**質疑**

側方境界のあたりで碎波点がずれているのは循環流の影響ではないかと思われる. 本モデルでも循環流の計算は可能だと思われるが, 計算と実験でどのような相違があったか.

**回答**

実験においては, 特に重合波浪場の節の部分において離岸流が確認できました. また, 今回の計算においては岸側境界を開境界として取り扱って計算しているため, 実験で見られるような離岸流は計算されておらず, 実験と比べて碎波位置が重合場の節で岸側へずれる結果となったと思われます.

**論文番号 37**

著者名 鄭培喜, 余錫平, 磯部雅彦  
 論文題目 遡上波の高精度数値計算法の開発  
 討議者 喜岡渉 (名工大 社会開発工学科)

**質疑**

不透過底面上の Nwogu (1993) の Boussinesq 方程式と透過領域における長波方程式では, 代表流速  $u$  のとり方も異なり, 分散項のため運動方程式も不連続である. 具体的な接続方法を示して欲しい.

**回答**

ご質問にあるとおり, Boussinesq 方程式の鉛直分布関数は放物線形ですが, 非線形長波方程式では一様分布となっており, さらにこれによって Boussinesq 方程式には分散項が現れます. しかし, 不透過性領域から透過性領域への接続点においては, 分散項の重要性は低く, また鉛直分布関数も小水深のためにほぼ一様となりますので, Boussinesq 方程式は非線形長波方程式に簡単化されます. これを念頭に置き, まず Boussinesq 方程式 (19)・(20), および非線形長波方程式 (8)・(9) を以下の統一形式に書き直します.

$$\varepsilon^{(s)} \eta_t + \nabla \cdot (A\mathbf{u}) + B_1 = 0$$

$$\mathbf{u}_t + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} + \frac{1}{\lambda} g A \nabla \eta + \frac{\alpha_0}{\lambda} \mathbf{u} + \frac{\beta_0}{\lambda} |\mathbf{u}| \mathbf{u} + B_2 = 0$$

ここに，不透過性領域では $\varepsilon^{(s)} = 1$ ， $A = \lambda = h + \eta$ ， $\alpha_0 = \beta_0 = 0$ ，および

$$B_1 = \frac{1}{6}(3\xi^2 - 1)\nabla \cdot (h^3 \nabla \nabla \cdot \mathbf{u}) + \frac{1}{2}(2\xi + 1)\nabla \cdot [h^2 \nabla \nabla \cdot (h\mathbf{u})]$$

$$B_2 = \frac{1}{2}\xi^2 h^2 \nabla \nabla \cdot (\mathbf{u}_t) + \xi h \nabla \nabla \cdot (h\mathbf{u}_t)$$

であり，透過性領域では $\varepsilon^{(s)}$ ， $A$ ， $\lambda$ ， $\alpha_0$ ， $\beta_0$ は式(10)～(14)で表され，また $B_1 = B_2 = 0$ です。

上の形の式は元の Boussinesq 方程式と同じ形式なので，同じ数値計算法が問題なく使えます。つまり，空間的にはスタガードメッシュを用いた高次中央差分により離散化し，時間的には4次の Adams-Bashforth-Mouton の予測子 - 修正子法を用いて積分します。

### 論文番号 39

著者名 浅野敏之，M.A.L. Neshaei，M.A. Hoque

論文題目 海岸護岸による反射が戻り流れに及ぼす影響

訂正

$$\begin{aligned} \text{式(3)} \quad & t \quad t \\ \text{式(3)第2式} \quad & - t \quad + t \end{aligned}$$

討議者 平石哲也(運輸省港研)

質疑

図 8 において反射率が小さいほど，戻り流れが大きくなっているのはなぜですか。

回答

進行波の場合に岸に輸送される砕波による質量フラックスが，護岸から沖に向かう反射波により減殺され，反射率の増加とともに戻り流れが小さくなります。

討議者 柴山知也(横国大)

質疑

Previous laboratory data such as Okayasu's data, may include the effect of reflective waves. For this case, the reflection coefficient can be 1% to 2%. Is it possible to detect the difference between no reflection and small reflection such as 1% to 2% by using your model?

回答

As you can see Figure 8, the difference on the undertow velocity between 0% and 1 to 2% in reflection coefficient will be very little. It is probably hard to detect the reflection effects on the existing data if the reflection coefficient is in a range of 1 to 2%.

### 論文番号 40

著者名 馬場康之，今本博健，山下隆男，吉岡洋

論文題目 砕波帯近傍における平均流の発生要因の分離 - 波崎海洋研究施設での ADCP データの解析 -

討議者 柴山和也(横浜国立大学)

質疑

強風時は高波浪時であることが多い。「平均流の沿岸方向成分は主に風によって支配されている」としているが，海浜流についても検討するべきではないか。

回答

ご指摘の通り，強風時には高波浪が海岸に来襲し，海浜流が発生していることが予想されます。しかしながら，今回の観測期間中に目視で行われた砕波位置の観測結果によると，流速計測位置は砕波帯外に位置していました。また，広域的な視点から見た沿岸付近の流れ(沿岸方向)は風によって生成される吹送流的な性格が強いという最近の研究結果も踏まえて，今回は流れに及ぼす波浪の影響は二次的と考えて，沿岸方向の流れと風を中心にデータ解析を行いました。



ですが、天候が最も悪い時点には目視観測が行われていないことや、荒天時には計測点付近も砕波帯内にあるとのご指摘も受けております。今後のデータ解析におきましては、波浪により生成される海浜流についてもあわせて検討を加えたいと思います。

#### 論文番号 41

著者名 池谷毅，岩瀬浩二，漆山仁，滝本邦彦，秋山義信  
論文題目 リーフ海岸における多方向不規則波の波浪変形実験  
討議者 合田良実（横浜国立大学）  
コメント

図10で、長周期波の $H_{\max}/H_{1/3}$ の値が小さいのは、記録中の長周期の波数が少ないことによると思います。図9の下の方で $RMS$ が岸へ向かって増加しているのを興味深く思います。私共が矩形ステップ上の不規則波の砕波変形を実験したときも長周期成分に振幅が岸へ向かって明瞭に増大しました。詳細は今年度の海洋開発論文集に発表しましたが、将来にご検討頂ければ幸いです。

討議者 関本恒浩（五洋建設技術研究所）

#### 質疑

平面実験での沿岸方向の波高分布に変動があるかどうか教えて下さい。

#### 回答

沿岸方向の波高のばらつきは、造波目標位置であるリーフ模型法尻位置では±5%程度の範囲内です。リーフクレストからリーフ内にかけては、側壁の影響もあり、±10%程度の分布がつくケースがあります。

討議者 平石哲也（運輸省港湾技術研究所）

#### 質疑

図6における多方向波と一方向波によるリーフ上の周期の差が非常に大きいのはなぜですか。波の多方向性以外の理由もあるのではないのでしょうか。

#### 回答

今回の実験は、側壁反射を利用した造波方法を利用したために、多方向不規則波と一方向不規則波によるリーフ上の周期の差には、多方向不規則波におけるリーフクレストからリーフ内にかけての沿岸方向波高分布の影響、リーフ内の長周期波の側岸での反射等の影響が含まれていると思いますが、定量的な評価までは到っておりません。

#### 論文番号 42

著者名 申承鎬，高畑栄治，入江功，吉田明德  
論文題目 Boussinesq モデルを用いた沖合の構造物による波浪・海浜流の数値計算の適用性  
討議者 有川(東京大学)  
質疑

Boussinesq 方程式と海浜流方程式は本質的に同じであり、循環流がうまく再現できない原因は砕波項などに問題があるような気がするのですが、

討議者 池野正明(電力中央研究所)

#### 質疑

式(6)～(8)を用いて計算した方が修正 Boussinesq 方程式の流速の時間平均よりも再現性が劣る理由は何ですか。

#### 論文番号 43

著者名 加藤茂，山下隆男，路明  
論文題目 3次元広域海浜流数値モデルの適用性に関する研究  
討議者 柴木秀之(株 エコー)  
質疑

海岸の流れにおいて吹送流の寄与が大きいと見え、その吹送流の計算精度向上のために、海面抵抗則を新たに提案している。これは、従来、風波の波浪推算等で、その有効性が確認されている光易先生の式よりも、過大な抵抗係数値を計算

しているように思います。より海面の抵抗に敏感に反応する風波の発達で確認済の抵抗係数よりも過大な抵抗則に、風波よりも応答の悪い吹送流の計算精度を依存させるのは、問題が大きいのではないかと？

吹送流の計算精度向上の要素は、抵抗則以外にあるのではないかと？

回答

本論文では、砕波帯近傍の観測データから得られた海面抵抗係数の推定式(3) (山下ら, 1998) が、外洋の観測データから求められた推定式(4) (ここでは, Yelland et al., 1996) と異なる傾向を示していたため、両者を水深の関数として結合し、沿岸域での海面せん断応力の空間分布として仮定して用いました。どちらも観測データの解析から得られた結果であるため、それぞれ外洋、砕波帯近傍での抵抗係数の特性を示したものであると考えられるので、両者の特性を計算に取り入れるべく、このような空間分布を仮定しました。しかし、この仮定は物理的根拠に基づくものではないため、今後、検討が必要です。砕波帯近傍での抵抗係数が従来のもより大きな値を取っていることに関しては、山下ら (1998) を参照されたい。

吹送流の計算精度に関しては、抵抗係数以外に風域場の予測精度や対象とする計算領域の広さなどにも大きく影響されると考えられます。特に、陸域と海洋の境界である沿岸域では、計算に用いる風域場の予測に陸域の影響による風の減衰特性が考慮される必要があると考えられます。

討議者 合田良実 (横浜国立)

質疑

モデルの中の砕波変形を Battjes・Janssen モデルで評価されているのであれば、水平方向の拡散係数を 0 と置いてさしつかえないと思われる。この係数は Longuet-Higgins が規則波におけるラディエーションストレス勾配の急変を緩和するために導入したものであり、不規則波では不要なものです。一度、 $N_h=0$  として試算されてみられることをお奨めします。

回答

波浪流だけでなく、吹送流の影響も考慮した海浜流の計算を行うことを目的としているため、今回の計算で水平拡散係数  $N_h$  を 0 にすることは考えておりませんでした。今後の計算条件の一つとして参考にさせていただきます。

#### 論文番号 44

著者名 Subandono Diposaptono, 真野明

論文題目 河口砂州周辺の海浜流計算モデル

討議者 黒岩正光 (鳥取大学)

質疑

論文中図 - 7 について計算値が実験値を過小評価している理由について (図 4 の沿岸流は良く一致しているが岸沖流れが一致していない理由について)。

回答

The low agreement between computed and observed data of cross-shore current might be due to the fact that the near-shore current around river mouth was computed using two-dimensional depth integrated equation. The measurement of the velocity were taken at levels of  $0.4D$  ( $D$ =water depth) from the bed where possible, although some local adjustments were necessary in shallow water. As observed by many investigators, the vertical profile of long-shore current is almost uniform (e.g. Visser, 1984), but the vertical profile of cross-shore current varies depending on the depth and has maximum velocity close to the bed (e.g. Nadaoka, 1986). The depth-averaged velocity of cross-shore current is lower than the maximum velocity. The computed result of cross-shore current as shown in Fig. 7 was underestimated.

#### 論文番号 46

著者名 目見田哲, 酒井哲郎

論文題目 構造物沿いの斜め入射波の発達における入射波の非線形性および方向分散性の評価

討議者 有川太郎 (東京大学大学院)

質疑

多方向不規則波で  $S_{max}=25$  のときは、入射波の非線形性がきかなくなるのはなぜでしょうか？

## 回答

構造物沿いにステム波が発達する場合、構造物前面の波浪場特性においては、入射波の波高（非線形性）が大きく影響します。

まず、単一方向不規則波の場合、構造物沿いの伝搬距離が大きくなるにつれて次第にステム波が形成されますが、ここでは、構造物前面の波高分布において入射波の波高（非線形性）が大きく影響します。これは、実験水槽でも確認できるように、入射波の波高が大きい波浪場ほど、構造物前面に形成されるステム波が発達し、ステム波の幅が広がるためと説明できます。

これに対して、 $S_{max}=25$  および周期の短い  $S_{max}=75$  の波浪場においては、構造物沿いにステム波が発達しません。これは、入射波の方向成分波のなかで構造物に平行に近い方向成分波の割合が小さいこと、および入射波が方向分散性を有し波峰が短いことがともに影響した結果と考えられます。その結果、構造物沿いの波高増加が見られず、構造物沿いの波高分布特性については、線形の回折現象として十分に説明できるといえます。

また、本研究の多方向不規則波の場合、主波向と構造物はほぼ平行ですが（入射角  $10^\circ$ ；直角入射を  $90^\circ$  とする）、入射角がやや大きい場合（ $20^\circ$ 、 $30^\circ$ ）についても、単一方向不規則波の場合にステム波が形成される入射角であることを考慮すると、今後の検討課題と考えています。

## 論文番号 48

著者名 泉宮尊司

論文題目 ワイブル分布に従う極値データの  $N$  年最大統計量の定式化とその適用性

### 訂正

240 p の式 (30) およびそのページの左上から 3 行目の  $e$  の（ガンマ）乗が小さく印刷されているが、 $N$  の添字ではなくて  $e$  の 乗である。

討議者 合田良実（横浜国立大学大学院）

### 質疑

- 1) 信頼性設計の導入に当たって必要な  $N$  年最大値をすっきりした漸近解で与えて頂き、大変ありがたいと思います。数値計算の手間が省けて助かります。
- 2) コメントですが、ワイブル分布は年最大値ではなく、極大値分布に適合するので、信頼性設計に適用される際には、 $K$  年に平均発生率（ラムダ）を乗じた  $N=K$  を導入する必要があります。

### 回答

- 1) および 2)

コメント頂き有難うございます。合田先生が言われる通り、一般に波高の場合ワイブル分布は極値分布に適合しますので、 $N=K$  として用いる必要があります。この場合、 $N$  の値がより大きな値となるため、漸近分布の適合度もよりよくなり、精度も高くなると思います。

## 論文番号 49

著者名 山口正隆, 畑田佳男, 大福学

論文題目 波高の極値統計解析における層別化手法の精度の検討

討議者 合田良実（横浜国大）

### 質疑

- 1) (コメント) 式(4)はデータの裏付けなしに提案したものですので、このように数値実験で検証して戴き、ありがたく存じます。
- 2) (コメント) 1999 年度の海洋開発論文集で発表しましたが、太平洋南岸の極大波高データでは、台風波浪と低気圧波浪を分離しないと過大な波高が推定されることが明示されました。すなわち、層別化解析がまず必要でした。

### 回答

- 1) 式(4)の提案者である合田教授自身から、上記のようなコメントを戴いたことに謝意を表します。私どもは本研究を開始するに先立ち、いろいろ文献調査しましたが、再現確率統計量の分散の合成法に関する理論的成果を見出すことができず、式(4)を検討させて戴いた次第です。
- 2) 興味深い情報を戴き、ありがとうございました。早速読ませて戴きました。著者らが層別化（類別化）手法を適用した例（山口・他：自然災害科学，17-1，pp.45-55，1998）によれば、台風の影響が他の気象擾乱の影響に比べて卓越する太平洋岸西南部のいくつかの地点では、層別化資料に基づく解析が一括資料の場合より、高い適合度と小さい再

現確率統計量の分散を与えたという意味において、層別化解析が有用であるという例を得ています。しかし、おそらく標本の統計的変動の増大により、太平洋岸西南部の全検討地点で、層別化解析の有用性を確認したわけではありません。また、層別化解析により、討議者の論文におけるように、再現確率統計量（確率波高）の過大評価傾向が抑制されたことを確認していません。なお、著者らの立場からすれば、討議者の論文において、層別化解析により資料への適合度が向上し、確率波高の標準偏差が減少するという結果を表示して戴けると有難たいと考えています。

討議者 田中茂信（（財）国土開発技術研究センター）

質疑

- 1) POT 資料に対して、本来 AM 資料に対して使用すべきであるワイブル分布をなぜあてはめるのか御教示願いたい。
- 2) 適合性の検討だけでなく、確率水文学（ここでは確率波高、一般に再現確率統計量）の安定性についての検討も必要である。

回答

- 1) 討議者は水文統計学に精通されているのではないかと推察いたします。極値分布の理論によれば、AM 資料は GEV 分布（Gumbel 分布を含む）、POT 資料は一般化パレート分布（GPD）を用いて記述されるべきですが、この結果は御存知のように標本数が非常に多い場合に漸近的に成立するものですので、標本数があまり得られない波高の極値統計の分野では、極値分布の理論にこだわらず、幅広い形状変化をもつ分布（たとえば、Weibull 分布）を標本にあてはめ、最も適合度の高い分布を最適分布とする手法が一般に使用されており、最近の水文統計学分野の論文でみられるように、POT 資料に対して GPD、AM 資料に対して GEV をあてはめ、両者の特性（GEV と GPD 間で形状母数が保存される）を比較検討するという研究は波浪統計の分野ではほとんど行われていません。この方法は理論的に明解でありますので、波浪統計の分野でも将来的に検討されると予想されますが、著者らは GEV 分布あるいは GPD の適用によって資料年数の数倍以上の再現期間に対する再現確率統計量の推定値および分散が過大になる傾向にあることから、個人的には使用がためらわれる方法と考えています。なお、著者らが使用している Weibull 分布は最小値分布であり、AM 資料に対する適用は理論的に整合性を欠きますが、波浪統計の分野では世界各国で広範に使用されています。
- 2) 再現確率統計量の安定性という意味をよく理解していませんが、統計的変動を考慮するという意味では、再現確率統計量の分散（標準偏差）によって検討したつもりであります。また、京都大学の宝 教授が提案されている方法のように、各種の候補分布を用意し、その中からできるだけ適合度が高く、分散が最小の分布を選択するという意味では、Gumbel 分布および形状母数の値を広範に変えた多数の Weibull 分布（分布形状が広範に変化する）を候補分布として挙げておき、その中から標本に対する適合度が最も高い分布を最適分布として選択するという手続きがこれに相当すると考えています。しかしこの場合、分散が最小という基準は考慮されていません。

論文番号 50

著者名 山口正隆、畑田佳男、大福学、野中浩一

論文題目 波高の極値統計解析手法に関する国際共同研究成果との比較

討議者 合田良貴（横浜国大）

質疑

- 1) (コメント) Haltenbanken のデータは気象原因の差による Mixed Population の可能性があり、閾値を最大値の 1/2 に定めるとは一概に言えないでしょう。地点ごとに特性があるはずですが。
- 2) (コメント) 分散を求めるのに Jackknife 法を使うと、得られた標本の確率分布への適合度によって結果が異なるはずですが。標本にあてはめた分布を母集団としてモンテカルロ法で数値解析を行うのがよいと思います

回答

- 1) 本研究の目的が、波浪資料の気象擾乱による分類を行わずに一括解析して得られた国際共同研究の成果との比較を行うということにありましたので、解析にあたり Haltenbanken のデータが Mixed Population の可能性をもつということを全く念頭に置いていませんでした。御教示ありがとうございました。また、1 地点のみの波浪資料の検討により、「閾値を最大値の 1/2 に定めると適切な結果が得られる」としたのは著者らの行きすぎであり、適切な結論でなかったと考えています。御指摘に感謝致します。
- 2) 適切な示唆を戴き、感謝致します。Jackknife 法は 1 つの標本のもつ情報量をできるだけ考慮するという立場から導かれた方法であり、著者らは、既知母分布を対象としたモンテカルロシミュレーションによれば、確率波高の分散に対する推定精度がきわめて良好であるという経験的事項に基づいて、適用しています。また、標本にあてはめた分布を母集団とするモンテカルロシミュレーションにより、確率波高の分散を推定するという方法も過去に検討してみま

したが、もつ1つ納得のいく結果が得られず、その適切さを確認する手段も見出せませんでしたので、結果を放置した状態になっています。何か御教示戴ければ幸いです。

討議者 田中茂信 ((財) 国土開発技術研究センター)

質疑

波高の閾値  $H_c$  の設定については、「第1位波高の1/2程度以上に取れば適切な結果が得られる」とあるが、確率分布モデルのあてはめにあたっては、POT 資料を指数確率紙にプロットして判断する方法や sample mean excess function による判断などにより閾値を設定すべきである。

回答

御指摘のように 現在では著者らの記述はあまり適切でないと考えています。また閾値の設定は大変難しい問題であり、討議者の示唆された方法は検討に値すると考えます。しかし、Morton et al.: Coastal Eng., Vol. 31, pp. 305-326, 1997) の事例にあるように、こうした方法の適用によっても、 $H_c$  の設定を的確に行うか否かは私どもには明らかではありません。

論文番号 51

著者名 山口正隆, 畑田佳男, 野中浩一, 羽間義晃

論文題目 確率的低気圧モデルに基づく波高の極値推算システムの適用性

討議者 駒口友章 ((株) テトラ)

質疑

- 1) 低気圧モデルには、副低気圧または2つ玉低気圧なども含まれるのか。
- 2) 図-6の等値線形状の違いはシミュレーション資料と推算資料との資料数の違いによるものとなっているが、シミュレーション資料で日本海沖合での高風速が再現されない影響があるのでないか

回答

- 1) 単独の低気圧を対象としてモデル化を行っているので、副低気圧または2つ玉低気圧は含まれていません。これは今後の検討課題です。
- 2) この原因として、いくつか考えられます。その1つとして、本文中に記載していますように、推算対象期間の短さにより、資料の統計的変動の影響が強く現れていることが挙げられます。その他の理由として、討議者の指摘される影響が現れていることも考えられます。今回のモデル化の範囲内では、この影響を考慮することは不可能です。

論文番号 52

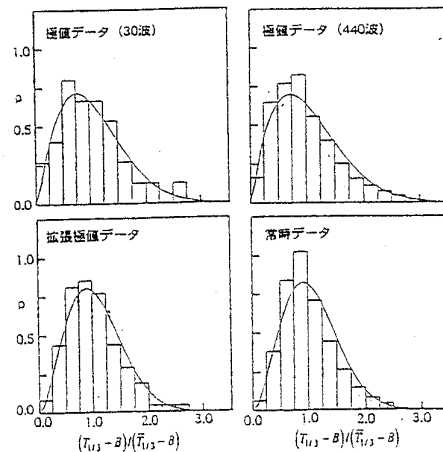
著者名 関本恒浩, 花山格章, 片山裕之, 清水琢三

論文題目 設計波周期の設定法の提案

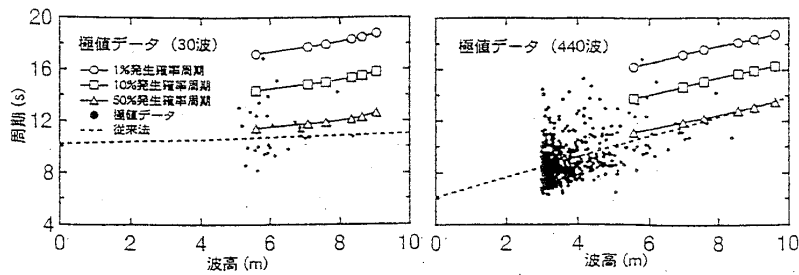
訂正

式(6)の左辺は  $\delta$  ではなく  $h$  が正しい。

図の差し替え, p.258. 図-2 周辺分布



52-2 周辺分布



52-7 従来法による回帰直線, n%発生確率周期および各データの分布

討議者 合田良實 (横浜国立大)

質疑

コメントです。

大変結構な方法と思います。もう少し物理的なメカニズムを考えると、風波の波形勾配は発達につれて0.04から0.026くらいに次第に低下するはずですが、波形勾配を考えるならば、波長に比例する周期の2乗値を波高との2次元分布を検討される方がよろしいかと思えます。従来法にしても波高と周期の2乗値との回帰直線を求めることで、より現実的な推定が可能になるでしょう。

回答

コメントありがとうございます。砕波による限界波形勾配の存在など物理的メカニズムに対する配慮が少し足りなかったと思えます。今後、研究を進める上での検討課題として取り組みたいと考えます。

討議者 田中茂信 ((財)国土開発技術研究センター)

質疑

- 1) 極値データ (30波) は440波の上位30波ではないのか。
- 2) 1のとおりであれば30波の分布関数は指数関数的になるのではないか。
- 3) 2次元分布を推定する際、30波という標本サイズは精度上、推定値の分散が大きく適切ではない。
- 4) n%発生確率周期はPOTに関する確率であり、年超過確率ではないということでしょうか。

回答

- 1) その通りです。上位30波が極値資料として得られたと考え、解析を行っています。
- 2) 抽出されたデータの確率分布を求めるとWeibull分布の性質から標本数が十分に大きければ指数分布となります。ここでは極値解析を行い、抽出された母集団を推定していますのでそうはなりません。
- 3) 30波は確かに標本数としては少ないものと考えられます。30波が適切かどうかは、推定値の分散と要求される推定精度から決まるのでここではその判断は行っていません。ただし、必要最小標本数については、今後議論が必要と考えられます。ここでは30波の結果と440波の結果に大きな違いがみられないことから周辺分布と相関特性が適切に評価できる標本数であれば比較的安定した結果が得られると結論づけています。
- 4) その通りです。ある波高レベルにおいて周期がどのようにばらつくかを表現しています。

論文番号 53

著者名 加藤始, 小松崎泰光, 信岡尚道, 永井紀彦

論文題目 日本沿岸における波の持続特性の推定について

討議者 高木利光 ((株)アイ・エヌ・エー, 海岸部)

質疑

図-14, 15で日本海をの特性から2領域に分けているが、その分けた結果から見て、海域的にどのような特徴が見られるのか。

すなわち酒田と輪島の間で分けた結果となっているが、これを境にして具体的な波の特性が異なる要因はどのように考えられるのか。

なお、図-14, 15を見る限り、2つに分けなくてもよいように思うが。

## 回答

図 - 14, 15 で問題としている  $\bar{H}$  の値は, 平均波高  $\bar{H}$  で正規化した波高  $x (= H / \bar{H})$  の出現確率  $p(x)$  の最大値が出現する  $x$  の値  $x_m$  を支配し,  $\bar{H}$  が小さいほど  $x_m$  は小さくなります.

輪島の  $\bar{H}$  の値は酒田の  $\bar{H}$  の値に比べてほとんどの月で 0.5~0.8 程度大きくなっており, この差は  $p(x)$  の分布に無視できない影響を及ぼします.

$\bar{H}$  の値に差がでる要因については特別には調べておりませんが, 日本海を吹く風が沿岸の波に与える影響が北と南で少し違うためではないかと推定されます. 名瀬まで図 - 15 の輪島・浜田等と同じグループに入れたのは, 単に  $\bar{H}$  の値が似ているというだけの理由しかありません.

「2つに分けなくてもよいように思う」とのご意見は, 点のばらつきから考えてごもっともですが, 上の輪島と酒田に関して述べたような理由から, 全体としての  $\bar{H}$  の値のずれは小さい方がいいので, 多少の不便さを犠牲にして2つに分けたものです.

各月の  $p(x)$  分布の例 (今回のデータについてはありませんが) は, 加藤他(1995), 海講 No.42, p.320 の図 - 15, 16 をご参照ください.

## 論文番号 54

著者名 宇都宮好博, 大西健二, 鈴木靖  
論文題目 第三世代波浪推算モデルの浅海域への適用  
討議者 合田良實 (横浜国立大学)

### 質疑

#### コメント

浅海域のエネルギー消散項として式(27)の Kitaigorodskii モデルを使っていますが, 不規則波の砕波変形モデルと比べると水深に対する波高の上限値が低く抑えられる傾向があるように思われます. Coastal Engineering Journal Vol.41-1 の A COMPARATIVE REVIEW ON THE FUNCTIONAL FORMS OF DIRECTIONAL WAVE SPECTRUM. (YOSHIMI GODA) をご覧下さい. 式(27)の微修正などをご検討頂ければ幸いです.

### 回答

貴重なご助言をありがとうございます. Kitaigorodskii タイプの他に, Thornton タイプの式を用い, 実海域の波浪特性に合うよう修正していきたいと思えます.

討議者 柴木秀之 (株式会社エコー)

### 質疑

周波数分割 25, 方向分割 36 とあり, 従来の MRI に比べると周波数分割は大きく変化させず, 方向分割の個数を上げているが, 浅海波浪推算では周波数と方向のどちらの分割精度が重要と考えられるか?

大阪湾のような短フェッチ海域への適用に当たって, 周波数の上限 (周期の下限が 3.6 秒) が小さい (周期が長い) と思われるが, この点についてはどのように考えているのか?

### 回答

第三世代波浪推算モデルでは, 周波数・方向分割は重要な問題です. 方向分割についていえば, 従来の 16 分割程度では非線形相互作用が殆ど計算できません. また, 周波数分割についてもあまり周波数間隔をあげると方向と同様非線形相互作用が計算できません. さらに, 短フェッチ・低風速の場合, 非線形相互作用を十分計算するためにはかなり高周波側 (短周期側) まで計算する必要があります.

ご指摘のように周期 3.6 秒では高風速の場合以外は問題があり, 実海域への適用に当たっては, 格子間隔 0.1 度 (約 10km) までは周期 2 秒, それ以下の格子間隔では周期 1 秒まで計算を行っています. また, 周波数間隔は従来の等間隔 (0.01Hz) ではなく, 指数的にとっていますので, 周波数分割数はそれほど増えません.

討議者 駒口友章 (株式会社テトラ)

### 質疑

浅海域にモデルを適用する場合には計算時間がかかりすぎるので, 全球モデルで計算することが困難になる場合がある. この為, 計算領域を小さくして計算することになるが, 開境界からのエネルギーの与え方や, 初期条件の設定方法によってどのような影響があるのか?

## 回答

浅海域での計算時間に比べ、全球の計算時間は全体の前処理的な時間しか要しないため、開境界のない全球の計算結果を小領域の開境界条件に設定して順次接続計算を行っています。

ご質問のケースですが、開境界でその場所の風に応じた標準的なエネルギーを仮定して境界条件とすることが多いようですが、開境界より離れた地点（例えばアリューシャン列島とかアラスカ沖）で発達した低気圧等からのうねりは全く考慮できません。また、初期値については低風速に対する標準的なエネルギーを仮定して計算を始めますが、計算開始から2～3日は初期値の影響が残っているため、計算結果の最初の部分は解析等から除外する必要があります。

### 論文番号 55

著者名 畑田佳男, 山口正隆, 大福学

論文名 1点浅海モデルおよびWAMによる長期波浪推算結果の相互比較

討議者 駒口友章((株)テトラ)

#### 質疑

- 1) ECMWFの風を用いた場合、台風に対して推算精度が低下するのは風の精度低下が原因なのか、計算格子網の地形解像度が低いことが原因なのか。
- 2) WAMと1点モデルの周期の推算精度の違いに何が効いているのか。

#### 回答

- 1) 討議者がWAMによるECMWF波資料あるいは1点浅海モデルによる波浪推算資料のいずれについて問われているか明らかではありませんが、台風時波浪に対する推算精度が低下する傾向にあるのは、地形解像度の制約というより、時空間変化の著しい台風時の風に対する推算精度が時空間解像度の制約により十分でないことによると考えています。たとえば、1点浅海モデルによる波浪推算では、最大格子間隔5kmの水深格子網を使用していますので、地形解像度の不足という要因は考えられません。
- 2) WAMによるECMWF波資料の作成に関係していませんので、この質問にお答えできません。ただし、観測資料との相関をみると、1997年のECMWF波資料の周期は過大な値を与えており、1995年のECMWF波資料よりかなり長い周期を示しますので、1997年のECMWF波資料の周期に問題があると考えています。この件について、ECMWFの波浪担当者に伝えてあります。

### 論文番号 56

著者名 橋本典明, 川口浩二, 真期俊行, 永井紀彦

論文題目 方向スペクトル観測値に基づく第三世代波浪推算法(WAM)の推定精度に関する検討

討議者 駒口友章((株)テトラ)

#### 質疑

WAMがMRIに比べて推算精度が良いとなっているが図-5の12/3以降の周期の減衰はむしろMRIの方が良いのではないかと。

#### 回答

図-5に関しては、有義波周期の減衰という観点から見ると、確かにMRIの方がWAMに比べて推算精度が高いと言えるかも知れません。しかしながら、今回計算を行った他のケースを見ると、この傾向は必ずしも全ケースで生じているとは限らず、減衰に関してもWAMの推算精度の方が高いと考えられる場合もあり、現時点では定性的なWAMの性質であるということは断言できません。

今回は特に有義波高のピーク部分に着目して検討を行ったのですが、実務においては波の継続時間等も重要なファクターになってきますので、今後は波浪の発達から減衰までを視野に入れて検討を行っていきたいと考えております。

### 論文番号 57

著者名 北野正夫, 角谷孝義, 殿最浩司, 佐藤広章, 高山知司

論文題目 台風9807号通過地点で観測した異常波浪特性と既往推算法に基づくその再現性に関する検討

討議者 駒口友章((株)テトラ)

#### 質疑

ピークの波高が再現計算されないのは大領域を設定した時の南方の領域が小さい影響ではないか。この台風の場合には風波のエネルギーとうねり成分のエネルギーの到達時間にタイムラグが少ないと考えられるのでうねりの流入エネルギー



ーが過小評価されているのではないかと考えます。

回答

大領域は北緯 20° ~ 35° の範囲としています。これは、台風 9807 号は概ね北緯 20° 付近で発生していること等によって決定しました。しかし、今から考えますと、ご指摘の通り設定した大領域より南方で発生した波のエネルギーを無視しているため、ピーク時の波高が再現できなかった可能性もあると思います。特に、この台風はエネルギーの伝播速度(群速度)と台風の移動速度が概ね一致した台風であることを考えると、ピーク時の波高のみが再現できないことも納得できます。

ただし、これだけの原因で台風 9807 号時に観測した有義波高 10.2m を再現できるかどうかは不明ですので、今後は実際に大領域をもっと広く設定した計算を実施し、再現性を検討できたらと思っています。機会があればこの結果をどこかでご報告させていただきます。

## 論文番号 58

著者名 山村易見, 青木伸一, 舟橋香

論文題目 入射波の方向分散を考慮した拘束長周期波の推定と自由長周期波の伝播特性

討議者 関本恒浩(五洋建設)

質疑

図 5 の位相の精度から見ると、推定した拘束波に誤差が含まれており、観測値と推定拘束長周期波の差で定義される自由長周期波にも誤差が含まれるのではないかと。時系列レベルでの誤差検などは行ったのか。

回答

図 5 はシミュレートした波形について波形レベルで誤差を検討した結果を示したものです。ただし、実測波形から成分波の正確な位相情報を抽出することが困難であるため、実測波形については成分波の方向分散をその主波向で代表させるという方法で拘束波の流速変動を推定しています。そのため、推定拘束長周期波に振幅および位相の誤差が蓄積され、その影響が自由長周期波にも含まれてしまいます。

討議者 佐藤慎司(東京大学)

質疑

方向分散を考慮した場合に、 $L_{rms}$  と  $H_{1/3}$  の関係はどのようになるのか。

回答

図 5 8 1 は、拘束波および自由波の流速変動の標準偏差と  $H_{1/3} * T_{1/3}$  の関係を示したものです。図より、拘束波は  $H_{1/3} * T_{1/3}$  に対して 2 次関数的に変化していますが、自由波についてはほぼ線形的に変化する傾向にあります。ただし、(1) でも述べたように誤差を含んだ上での結果です。また、 $L_{rms}$  についても拘束波流速を推定する際に水面変動の振幅を用いているため、同様の傾向を有するものと考えられます。

## 論文番号 60

著者名 喜岡渉, 柏原謙爾, Mohammad Dibajnia, 平石哲也

論文題目 ラディエーションストレスによる港内長周期波の計算モデル

討議者 榊原繁樹(神戸商船大 運輸システム工学)

質疑

論文中の長周期波(港内に侵入する)と港内の湾水振動の関連はどのように考えるべきでしょうか。また現地観測波(時系列)中で、自由長波(多重反射)と湾水振動成分を分離する方法はいかに。

回答

湾水振動は、波群個々波が湾水振動により増幅される特殊なケースを除いて、基本的に港内に進入する自由長波の周期が振動周期に近い場合に励起されると見なしています。港内自由長波には、港口付近におけるラディエーションストレスの変動により発生する成分と、本論文ではさらに港外から自由長波として侵入する成分を考えています。流れの変動、気圧変動等が引き起こす湾水振動については考慮されていません。現地時系列データ上で自由長波と湾水振動成分を分離するのは(ともに同じ伝播速度を持つため)不可能です。

**論文番号 61**

著者名 笠井雅広, 佐藤慎司  
 論文題目 台風に伴う波浪と長周期変動  
 討議者 青木伸一 (豊橋技科大 建設工学系)

**質疑**

拘束波で7割説明できるとあるが,実測値と計算値の位相のずれはどの程度か。言い換えれば,実測と拘束波の残差成分の大きさのレベルはどの程度か。

**回答**

平塚における台風9720号波浪のピーク付近では,計算値は実測値の70% (約 $1/\sqrt{2}$ 倍)程度の値となっていることから,残差(反射波を含めた自由波)成分のエネルギーは拘束波とほぼ同程度と考えています。

討議者 高木利光 (株)アイ・エヌ・イー 海岸部)

**質疑**

台風9720号は日本に近い所を通過しているが,いわゆる高潮による水位変動(風の吹き寄せ,気圧低下)は見られなかったのか。

**回答**

風向風速データについては確認していませんが,平均水位の変動(図3の最上段)を見る限り,それらに起因すると思われるモードの顕著な水位変動は見られませんでした。

**論文番号 65**

著者名 大町達夫, 築山洋, 松本浩幸  
 論文題目 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  
 討議者 今村文彦 (東北大)

**質疑**

今後の検討として,断層の深さ,破壊形態(ユニラテラル・バイラテラル),破壊速度などの影響を調べていただきたい。

**回答**

これまでの研究で,断層の深さが浅いほど,また断層の破壊速度が大きく海底地盤の上昇速度が大きいほど,震源近傍において従来手法より波高が大きくなるという知見が得られております。また,震源断層の破壊形態が異なると,地盤を伝わるレイリー波の発生形態が大きく変わり,これにより励起される海面変動も大きく変わります。今後も引き続き,震源断層の各種パラメータと津波の発生・伝播特性の関係を詳細に調べたいと考えております。

**論文番号 66**

著者名 浅野敏之, 右田健二, 柳川竜一, 山下隆男  
 論文題目 南九州沿岸および南西諸島海域における津波の広域数値計算  
 討議者 今村文彦 (東北大)

**質疑**

メッシュを細かくして1995喜界島地震津波の再現計算を是非実施してほしい。  
 九州本島やリーフを持った島などの違いによるシミュレーションの再現性を調べていただきたい。

討議者 柴木秀之 ((株)エコー)

**質疑**

- 1) 水平拡散係数はどの程度の値を用いているのか。  
 また,その設定根拠はどうか?計算値への影響はどうか?
- 2) 図7に2波目以降で現れている周期6.0分および3.0分の振動は鹿児島湾の固有振動と一致するのか?または他の空間スケールの固有周期か?

## 回答

- 1) 流体運動の渦スケールに結ばれる水平拡散係数  $A h$  は、潮流解析などではメッシュサイズと関連させて与えている。本計算は 2 km メッシュを基本としており、標準的な値として  $A h = 100 \text{ m}^2 / \text{s}$  を採用した。  $A h$  を変えた検討は行っていないが、現時点での計算は小メッシュではなく、地形性渦を対象としていないので、  $A h$  が結果に与える影響は小さいと考えている。
- 2) p. 329 左下から 10 行あたりに記述しているように、図 7 に現れている振動波形は鹿児島湾の固有振動と考えている。

## 論文番号 67

著者名 越村俊一，今村文彦，首藤伸夫  
論文題目 南本州海嶺の津波導波特性  
討議者 河田恵昭（京大防災研）

### 質疑

南本州海嶺による遠地津波の変形があるので、将来的にはブイ等で遠地津波をモニタリングし我が国の津波警報等に使う場合には、設置する位置について 2 カ所以上必要となると思うが、それについてはどうか？

### 回答

著者も同意見である。御指摘の通り、将来的にブイ型津波計の設置を考えるならば、南本州海嶺周辺には 2 カ所以上設置する必要がある。特にインドネシアやニューギニア方面から我が国に到達する津波には、  
(1) 外洋部（深海部）を伝播して比較的短時間で我が国に到達する成分  
(2) 南本州海嶺の導波効果により捕捉・増幅され、初動に遅れて到達する成分  
が存在することが予想され、津波計の設置位置が津波予警報の精度に大きな意味を持つと考えている。

従って、津波の早期検知のためには外洋部に設置した津波計を用い、増幅・捕捉された海嶺波の検知には海嶺上に設置した津波計を用いるなどの、多様な伝播経路に対応した措置が必要であると考えられる。

## 論文番号 70

著者名 河田恵昭，石井和，小池伸昭  
論文題目 津波の市街地への氾濫と地下空間への浸水過程のシミュレーション  
討議者 加藤史訓（土木研究所）

### 質疑

越流式から求まる各タンク間移動流量が等流管路網モデルから求まるものとの程度の違いがあるのか検討されていますか。もし、違いがあまりなければ、避難誘導を検討する際にタンクモデルを用いて簡便に危険性評価ができるので本手法は有用だと考えられます。

討議者 多田彰秀（長崎大学工学部）

### 質疑

本研究の最終目標は、被災シナリオに基づいた非難システムの構築や浸水対策の決定などと思われま

す。ここで採用された「タンクモデル」では、湛水深のみは既知量となるかと思いますが、浸水フロントの伝播や流速などの時間的な変化が不明です。

このような項目は、非難システムを構築する上で重要な情報ですから、必要不可欠と思います。このような問題点を解析するために、今後どのように「タンクモデル」を改良されていくのか教えてください。

## 論文番号 71

著者名 井上和也，川池健司，山上路生，戸田圭一  
論文題目 街路ネットワークモデルに基づく高潮氾濫時の避難行動解析  
討議者 柴木秀之（株式会社 エコー）

### 質疑

- 1) 住区への浸水を考慮することは、最終的な浸水範囲、浸水深の結果に影響を与えるのか。
- 2) 建造物への浸水を考慮していないのはなぜか。

#### 回答

- 1) 最終的な浸水範囲にはもちろん住区への浸水を含めています。住区への浸水は浸水深に時々刻々の影響を与えています。
- 2) 建造物には「透過」性のもので「不透過」性のもがありますが、構造や種類によってかなり異なると考えられます。それを逐一評価していくことは対象領域や扱う現象のスケールから困難なため、ここでは建造物は全て「不透過」として取り扱っています。

討議者 今村文彦（東北大学）

#### 質疑

- 1) (4)式で移流項を除いてはいけないのではないかと。
- 2) 図-6で2つのモデルを比較しているが、デカルト座標系モデルであっても粗度や先端条件の違いによっても浸水の先端は変わるので、図-6の比較だけで本モデルが良いと判断することは難しいのではないかと。
- 3) 占有率と通過率の関係をもう少し詳細に説明してください。

#### 回答

- 1) ご指摘のとおり、厳密には移流項を考慮すべきですが、道路と住区の水のやりとりでは道路沿いの流れほど流速が大きくなり、移流項の寄与はそれほど大きくないと考え、現段階では計算の単純化のため省略しています。
- 2) 都市域の氾濫解析では、道路や建造物が氾濫水に及ぼす影響を、粗度係数などの物理的なパラメータを調整して表現するのではなく、数学モデルの中で表現することに主眼を置いています。都市域での氾濫では、氾濫水が先ず道路沿いを流下し、それが道路沿いの住区に広がると考えていますが、このモデルでそのような現象が表現でき、その結果として、氾濫水の広がりが従来のデカルト座標に基づくものよりも速くなったわけです。また、先端の扱いは両モデルとも同一としています。デカルト座標をベースにしたモデルで粗度係数や先端条件を変化させることによって氾濫水の広がりを速く表すことは本質的に異なっているという点はどうぞご理解下さい。
- 3) 本研究における占有率と通過率は、それぞれ面比率、線比率を表した全く独立したパラメータであり、両者の間に関係はありません。

#### 論文番号 72

著者名 河田恵昭，石井和

論文題目 津波・高潮・洪水氾濫による地下街水害対策の提案

討議者 橋村隆介（熊本工業大学工学部土木工学科）

#### 質疑

- 1) 高潮防水（止水）扉の自動開閉（自動化）の可能性。
- 2) 防水（止水）扉の管理に対して大阪地域住民の協力対策について。

#### 論文番号 73

著者名 島田富美男，村上仁士，上月康則，杉本卓司，西川幸治

論文題目 津波による人的被害予測に関する一考察

討議者 河田恵昭

#### 質疑

地震による被害や避難場所を標高10m以上と仮定していることを考えれば、実際にはもっと多くの被害者が出るのではないかと。結論は正しいとしても、仮定をもっと現実に近いものにする必要があるかと。

#### 回答

地震津波による人的被害原因には、地震によるもの、津波によるもの、両者による複合的なものが考えられる。ここでは地震による家屋の倒壊、道路の破損、避難経路のための橋の流出、堤防の損壊などはないと仮定し、避難の際の津波による人的被害のみを対象に被害予測を行っている。

ここでの予測値は実際に発生する被害の最低値に相当すると考えている。今後は、被災条件などを考慮することで、より実現象にあった被害予測を行っていく予定である。

## 論文番号 77

著者名 藤間功司, 松富英夫, 都司嘉宣, 河田恵昭, 高橋智幸  
論文題目 1998年パプアニューギニア地震津波の波源に関する考察  
討議者 柴木秀之(株エコー)

### 質疑

津波の計算で求められる到達時間5分と聞き取り調査による20分の差は,断層モデルの与え方で改善されないか.例えば,低角逆断層モデルを用いて,初期水位の最大値部分をより沖側に設定する方法等で.

### 回答

到達時間の差が僅かであれば,断層モデルをうまく設定することによって誤差を埋めることも可能だと思います.しかし,15分の差は非常に大きく,水深500mとしても15分間に津波は60km伝播します.このように相当控え目に評価しても,到達時間を20分にするためには波源のもっとも岸側の点を海岸線から80km以上離す(つまり波源を余震域の外側に設定する)が必要になります.したがって,断層モデルの与え方を変えただけではこの差を説明することができません.

## 論文番号 78

著者名 松山昌史, 今村文彦, 橋和正, 松本剛, 都司嘉宣  
論文題目 1998年パプアニューギニア・シッサノ津波の数値的解析  
討議者 大町達夫(東京工大 総合理工)

### 質疑

余震域の平面図はあったが,深さ分布はどうか?

### 回答

地震波のデータ解析としてはHarvard,USGS,東大地震研の物がありますが,Harvardの解では深さは15kmとされています.しかし,これらの地震計は遠地からの観測結果であるため,精度が悪く,特に鉛直方向については,浅い地震であるということのみが言える程度ではないでしょうか.断層の傾斜角が明確にわかるに充分な余震分布データはないと考えています.

本論文では深さを1km程度と極浅く仮定して行っています.また,傾斜角はHarvard解の高傾斜の80度です.このように津波の初期条件が大きくなるように設定しています.

討議者 柴木秀之((株)エコー)

### 質疑

- 1) 実測結果の分布には3ヶ所程度の津波だかのピークが認められるが,JAMSTECの水深データを用いた計算結果でも再現できていないように思われる.
- 2) 海底地滑り計算において地滑りにより生じる初期の水位は最大どの程度か.
- 3) 線形理論(藤間さんらの論文)では地滑りによる初期水位3m程度で,10m以上の津波が計算されるのに対して,数値計算では沿岸で3m程度の津波高しか計算されない理由は何か.

### 回答

- 1) 質問にあります実測結果の3つのピークを図-7(b)の $x=23000, 33000, 50000$ とします.数値計算結果についても, $x=23000, 33000$ では定性的にピークが存在します.これはその前面にやはり等水深線が凸型形状になる海底地形によって起こるピークのようなものです. $x=50000$ についても同じような理由と海底地形から推察されますが,この部分の計算格子幅が200mと粗いためこの傾向がでないと考えます.

ところで,本計算は浅水理論の移流項を一時風上で差分化する一般的な津波計算方を利用していますが,波源が小さいため,津波第一波は最低水位から最大水位までの時間が1分以下と非常に発達した前面波形をしています(図-8).これは沖合の凸型地形によって,津波エネルギーが収斂するためです.計算結果の空間波形をアニメーション等よく見ると,この前面の段波形状を十分表現するには格子幅が7m程度でも不十分なようで,いわゆる数値的な逸散により,波の波高が20m以浅で急激に低下しています.この減衰により,全体的に計算結果水位が大きいと考えています.

ちなみに,断層モデルにおいて線形で計算するとピークの大きさなどはかなり大きくなり,実測結果に近づくことも確認しています.

- 2) 最大水位分布結果において,地滑り直上の値を見ると,50m層厚で1.0~1.2m程度,100m層厚で2.0m強程度です.

断層による津波の場合には初期値問題ですので、波源付近では最高水位が初期の水位と対応します。地滑りの場合には、滑っている時間分だけ水位の変動が見られるので、注意が必要です。また、地滑りの運動により、その方向と逆の方向へのエネルギー - の指向性があります

- 3) まず、理由の1つとして、海底地形データの違いがあります。理論解析ではもともと、海底地形を一様勾配と仮定していますが、実際には本論文の図-3にあるように、かなり複雑な海底地形をしています。さらに、別な理由として、汀線での境界条件があります。地滑りモデルの数値計算では遡上条件を、理論解析では、水深がゼロという条件を与えている事になります。

さらに、数値計算では、移流項に一次風上を利用した浅水理論の数値計算に特有の問題が数値計算の津波の水位を低下させている点もあります。

## 論文番号 79

著者名 河田恵昭, 高橋智幸, 今村文彦, 他

論文題目 1998年パプアニューギニア地震津波の現地調査

討議者 三村信男(茨城大学)

### 質疑

パプアニューギニア及び周辺の途上国における津波の警報体制・防災体制・被災後の救援体制はどうなっているのか？

### 回答

環太平洋の津波警報に関しては、ハワイにある環太平洋津波警報センターが中心となって、地震が発生した後にその波源とマグニチュードを基にして、警報を各国に発信しています。さらに、リアルタイムで幾つかの検潮所の記録も入手し、情報を提供しています。そのため、通常の地震による津波に対しては、ある程度適切な警報は出せますが、今回のような非地震性の現象が関係し、津波が大きくなるような場合に関しては問題が残っています。さらに、防災体制・被災後の救援体制については、2年に一回ITSU会議(International Co-ordination Group for the Tsunami Warning System in the Pacific)が開催され、加盟国の代表が現状と課題について報告しています。国によって対応はまちまちですが、特に津波に特化した防災や救援の体制はとっておらず、不十分のままなのが現状です。現在、津波危険度の把握の作業から始め、ハザードマップなどの作成を行っている段階です。我が国のように、防波堤防潮堤などの構造物はほとんど整備されていません。

討議者 天沼照悦(茨城大学大学院)

### 質疑

地震津波の危険度を判定する指標として、マグニチュードの数値とそれ以外の要素(地形など)を組み合わせた指標をパプアニューギニアに適用させるように作成することは可能ですか？

### 回答

質疑で指摘された指標は、パプアに限らず沿岸各地域で不可欠であり、その指標の適用は可能であると思いますが、まだ適用されていないのが現状です。実際に、過去の地震規模と津波規模および被害のデータに基づいた想定地震を設定し、現在の地形データと数値シミュレーションを組み合わせた影響度(波高や到達時間)を算出することは可能です。さらに、海底地滑りに関しては現在も難しいのですが、火山や沿岸地滑りに関しては、地震と同様に実態の把握は可能ですので、それを取り入れた評価は出来ると思います。また、発生頻度や再現期間などのデータも入手できると将来に対する危険度(期待値のようなもの)を出すことも可能です。しかし、以上の内容は研究レベルでは十分可能ですが、我が国を含めて実際の適用となると難しい課題(基礎データや費用の問題)もあります。

討議者 岩本陵(茨城大学大学院)

### 質疑

- 1) 海底地形によるレンズ効果などから、WarapuやAropは津波被害を受けやすい地域であるとのことですが、過去にも被害を受けた実績はあるのでしょうか？
- 2) 津波地震を考慮した予測システムや津波情報の現地住民への伝達などが現状では困難であるので、津波常襲地域であるという情報だけでも現地住民に認識していただければ、住民の自主対応を期待できると思うのですが、今回の、住民の対応という点ではどうだったのでしょうか？

### 回答

- 1) 1907年に同じ地域で津波が発生して被害を出しています。1935年にも地震は発生していますが、津波は生じません

でした。1907年の津波災害の詳細は不明ですが、今回のように大きな被害を受けたものと想像できます。この被害は90年も前のものだったので、現在の住民の中では、地震の後に津波が来襲するという意識はなかったようです。

- 2) 90年前の津波災害の記憶はほとんどなく、地震が発生した後に、避難した人はありませんでした。従って、津波に対する認識は非常に低かったと言えます。被災後、我が国の援助で、パプア全国に津波について啓蒙するためのパンフレットを作成しています。これらの情報や知識は今後の防災に役立つものと期待されています。昨年11月にバヌアツで地震津波が発生しました。ある集落では、津波が浸水し家屋被害は大きくありましたが、間一髪住民のほとんどは避難でき人的被害は少なく抑えることが出来ました。住民は一昨年パプアで発生した津波についてメディアなどで知っており、津波を認識していたことが、迅速な避難につながったと報告されています。

#### 論文番号 80

著者名 八木宏，日向博文，内山雄介，瀬岡和夫

論文題目 熱変動特性から見た夏季鹿島灘沿岸域における海水流動特性

討義者 和田明（日本大学生産工学部）

#### 質疑

- 1) 沿岸湧昇について水深30mの汀線沿いの観測点の記録から汀線に直角に動く沿岸湧昇と断定しているが、汀線沿いの海水運動による水温低下とは考えられないか？湧昇現象を引き起こすには何らかの大きな駆動力が必要と考えられる。
- 2) ボックスの水面での熱収支よりくるボックス内の熱量のExcess分を水平熱フラックス成分としているが、外海（小スケール）では、海面と熱収支の関係は1：1でなく、上記の方法で水平fluxを算定することには誤解を与える結果を生じるのではないか？

#### 回答

- 1) 沿岸湧昇を考える時には、湧昇現象の規模をどうとらえるかが重要である。アメリカ西海岸や南米太平洋沿岸のような大規模湧昇域では、それを維持するためにその駆動力となる海上風がかなり顕著に長時間にわたって連吹する必要があるが、海岸域や陸岸近い沿岸域では、1～2日程度海上風が連吹すれば小規模な底層水の遡上（湧昇）が発生することは最近の現地調査に基づく研究によって数多く報告されている。鹿島灘においても、海上風に応答して小～中規模の沿岸湧昇が生じることは、本論文とは別に行った水温低下と海上風向の統計的な解析から確認されている（八木他：鹿島灘における日スケールの水温変動と物質輸送特性，土木学会論文集，Vol.50, pp.87-98, 2000.）。また、プリンストン海洋モデルを用いた数値実験によっても、本論文で対象としたレベルの海上風で沿岸域に湧昇が起きる可能性があることが確認されている。したがって、沿岸部の小～中規模の湧昇は、ご指摘のような大きな駆動力が無くとも、当該海域の海上風レベルで十分に起こりうると考えている。
- 2) 質問者の指摘する海面と熱収支の関係が1：1ではないという意味が不明であるが、本研究では単位表面積を有した水柱の熱収支を考えており、厳密にいれば水柱の各面を通過する熱量と水柱の貯熱変化量は完全にバランスしているはずである。本研究では、それら各フラックスを観測データから近似的に評価しているので当然多少の誤差は含むものの、水表面からの熱フラックスと水柱の貯熱変化量の差を水平方向の熱輸送と考える事自体に問題があるとは思われない。事実、この方法を用いて行った東京湾・霞ヶ浦・鹿島灘の水温変動の比較解析（八木他：『長期連続観測に基づく東京湾・鹿島灘・霞ヶ浦の表層水温年間変動特性の比較解析』，土木学会論文集（投稿中））では、それぞれの水域の閉鎖性に対応して、水平熱輸送量の貢献度に違いが現れており、本研究の考え方は妥当なものと思われる。

討義者 中山哲蔵（水産庁水産工学研究所）

#### 質疑

診断モデルで計算された流れの結果の中で、北部やや岸より海域で強い南向きの流れが出ているがこの原因は？

#### 回答

診断モデルでは、観測より得られた塩分水温データをそのまま計算モデルに与えている。したがって、ご指摘の北部海域の流れについては観測の塩分水温構造自体がそれを生み出すような空間構造になっていたということなるが詳細は不明である。但し、本研究では大陸棚海域上の沿岸域に発生した南向きの流れの成因検討のために診断モデルを利用しているので、ご指摘の部分の流動構造は本解析には関係しないと思われる。

#### 論文番号 81

著者名 阿保勝之，杜多哲，高柳和史，武内智行

論文題目 ADCPを用いた五ヶ所湾の内部潮汐観測

討議者 吉岡洋（京大・防災研）

質疑

フラックスの分析で、移流項は一般に誤差が大きいため比較対象から外しているが、本観測においてなぜ移流項だけ誤差が大きくなるのか。

回答

ADCPでは表層と海底付近の流れが測定できない。内湾では、特に表層で流れの時間平均値が大きく、流れの時間空間平均を正しく測定することができない。実際に今回の観測においても、流れの時間空間平均値は非常に大きな値となり、妥当な値は得られていない。一方、塩分の時間空間平均は30psu以上であり、時間空間平均値からの偏差や潮汐周期成分に比べて非常に大きい。このことから、塩フラックスの移流項（塩分と流れの時間空間平均の積）の誤差は大きくなると考えられます。

討論者 八木宏（東工大・工）

質疑

図8の塩分フラックスの内部潮汐成分の図で内部波の流速振幅に対応して上層下層でfluxが大きくなる仕組み（流速と塩分の位相関係など）を教えてください。

回答

内部潮汐が進行波として伝播しているため、流れと塩分の位相関係は同位相となっています。したがって、塩分と流れの振幅が大きい上層下層ではフラックスも大きくなります。

討議者 日向博文（東工大・工）

質疑

1) 中層の残差流の大きさを内部進行波によって駆動された流速で説明可能か？

2) 沖合水の中層貫入は起きていないのか？

回答

1), 2) 二層流体における内部進行波と考えて、界面付近（界面の振動する範囲内）での平均流速を見積もると6cm/sとなった。観測期間中には沖合水の湾内中層への密度流的貫入は起きていないことから、中層の残差流（約4cm/s）が内部進行波によって駆動されたものであると考えられます。

討議者 （不明）（日大・生産工）

質疑

内部界面は水温塩分のどちらによって表示されていますか。

回答

水温躍層、塩分躍層および密度躍層の深度は一致しています。

論文番号 83

著者名 西田修三，吉田静男，横尾啓介，藤本裕昭，神田典昭

論文題目 河口二層流の連行現象に関する現地観測

討議者 山西博幸（九大院 工学研究科）

質疑

1) CPを用いて塩淡水の境界面を検出されていますが、そのときの界面として検出される位置での上下層の濃度差はどの位なのでしょう。また、ADCPでは同じ躍層部を検出することが可能なのでしょうか。

2) 風の $u_x$ で連行則を整理すると-3/2乗から大きく外れるにもかかわらず、 $u$ を用いた連行則に風の影響を考慮するとうまく表現できることの物理的な説明をお願いしたい。

回答

1) 下層の濃度差は約32psu、漸変層の厚さ（躍層厚）は0.5~1m程度です。汽水湖の観測では、10psu程度の濃度差でも塩淡境界の検出が可能でした。反射強度は密度勾配に依存するため、躍層厚が大きい場合にはピーク強度が低下し半値幅が大きくなります。また、反射強度はSSなど浮遊粒子濃度にも依存するため、その不均一性が強いと、密度構造の把握が難しくなります。ADCPの発信周波数や測定層厚にもよりますが、水温躍層のように密度差が小さい場合には、浮遊粒子からの反射強度の方が大きく、躍層の検出はかなり難しいと考えられます。



- 2)  $u_*$  または  $u$  を用いて  $Ri - E$  の関係 (連行則) を整理すると、いずれの場合も下端包絡線は  $-2/3$  乗則にほぼ従い、リチャードソン数の増加にともない  $-2/3$  乗則から外れていきます。このことは、河口二層流場の連行現象が少なくとも 2 つの異なった要因によって支配されていることを示唆しています。 $u$  を速度スケールとする界面のシアーによる連行と、 $u_*$  を速度スケールとする風の表層擾乱 (主として表面波) に起因した連行が共存していると考えられます。これら 2 つ要因による連行速度を相加的に評価するか、または論文に示したように複合速度スケール (長さスケールは同一) を用いて評価することにより、連行現象をうまく表現できたものと考えています。

#### 論文番号 85

著者名 西田修三, 中辻啓二, 西尾岳裕, 福島博文, 西村和夫, 田代孝行

論文題目 陸奥湾湾口部における流動構造の不定性に関する研究

討議者 和田明 (日本大学生産工学部)

#### 質疑

陸奥湾湾口部での交換流量を潮汐の位相に応じて整理されていますが、潮位差に比して水深が大きいので交換過程に及ぼす潮汐の影響は小さいのではないのでしょうか。

また、北大水産学部の大谷先生の成果 (例えば沿岸海洋研究ノート) を参照されることをおすすめします。

#### 回答

密度が一様化する冬季には、ご指摘のように湾口断面において潮汐に起因した流動は小さく、実質的に水交換に作用する残差流も極めて小さいものとなります。しかし、観測を実施した夏季の成層期には、潮汐に誘起された内部波が湾内に進入し大きな流動を示すとともに、湾口断面で  $0.2\text{m/s}$  を超える残差流が観測され、水交換に大きな影響を及ぼしていると考えられます。また、論文に示したように風の影響も大きく、特に湾内の流動に関しては吹送流が卓越していると考えられます。

大谷先生の研究に関しては、「調査報告書」等を参考にしています。ご指摘の文献については、早速参照させていただきます。

#### 論文番号 86

著者名 山下俊彦, 星秀樹, 新山雅紀, 長谷部隆光, 福本正, 多田彰秀

論文題目 石狩湾沿岸の冬期の三次元流動特性

討議者 八木宏 (東工大・土木)

#### 質疑

- 1) 数値計算結果が現地データよりも全体的に小さめの値を示すのはなぜか?
- 2) 地形からみて西風に比べ、南東、北西風は地形効果を受けることが少ないように思われるが、なぜ南東風の時に水平循環が発達し、北西風の時に鉛直循環が発達するのか?

#### 回答

- 1) 外力としての風は石狩湾新港で観測された陸上の値を使用しているため、海上の風を小さく見積もりすぎているためと考えられる。
- 2) 南東風でも鉛直循環が発生する場合もあり、いつも南東風の時に水平循環、北西風の時に鉛直循環が発生するとは限りません。風速、対象領域での風の空間分布等が影響すると考えられるので、今後検討したいと思います。

#### 論文番号 87

著者名 加藤茂, 山下隆男, 伊藤政博, 三島豊秋

論文題目 風による広域海浜流の発生機構と平面分布特性

討議者 八木宏 (東工大)

#### 質疑

- 1) 計算結果では、どの条件に対してもおおよそ水深  $20\text{m}$  以上で最大流速をとるようですが、その仕組みがわかれば教えてください。
- 2) スポンジ層の設定について、スポンジ層の設定の仕方によって計算結果が変わってくるのではないかと?

#### 回答

- 1) 今回は計算容量を減らすために、岸沖方向の計算格子は岸近くでも  $200\text{m}$  に設定しています。海底地形は、水深  $10\text{m}$  岸側の最小水深とし、岸側に一様水深 ( $10\text{m}$ ) の領域を設定しています。このような計算格子の解像度の粗さと設定し

た海底地形の影響によるものが大きいと思われます。

- 2) 閉境界にすることによる反射や循環を減少させるためにスポンジ層を設定しました。ご指摘の通りスポンジ層の層厚、減衰係数などによって、計算結果が多少変わってくることは考えられます。対象とする現象や作用する外力の空間スケール（ここでは沿岸域での吹送流と風域場）、計算領域の広さによって設定条件を検討する必要があり、今後のスポンジ層を用いる場合の検討課題であると考えています。

討議者 佐藤慎司（東大）

質疑

- 1) 底層の沖向き流れが発生するメカニズムは、圧力勾配、コリオリ力、底面摩擦力のバランスによるもので、もう少し強い流れが発達するはずと考えられるが、図 3 の沖向き流れの再現性は十分でないと感じます。
- 2) 広域の流れが十分発達するには数時間かかるが、実際の風の場の変動時間スケールはそれと同程度もしくは短い「定常状態」を議論する必要性はあるのでしょうか？

回答

- 1) 上越海岸の観測では水深 20m 地点において、海底上約 1m の岸沖方向の平均流速が最大で 10cm/s 程度であるとの観測結果を得ています。今回の計算では、鉛直方向には等間隔 5 層としているため、沖向き流速の最大となる水深 20m 付近では最下層流速の位置は海底上約 2m に相当します。したがって、観測位置とは多少ずれるが、図 3 では水深 20m 付近で沖向き流速が約 5 cm/s となる計算結果が得られているので、それ程今回の計算が過小評価しているとは考えていません。
- 2) 数値計算では、岸に平行で風速 10m/s の風を与えた場合、岸近くの沿岸方向流速は 3 ~ 4 時間、風速 20m/s の場合では 2 時間程度で十分発達する結果が得られています。数値モデルの特性や境界条件の設定による影響も考えられるが、かなり短時間で沿岸方向の流れは発達すると考えられます。また、冬季日本海では風速が変動するものの、風速 10m/s を超えるような強風条件が 10 時間以上継続する場合も多々あり、沿岸域での流速は十分発達した状態に達していると考えられるため、定常状態を議論する意味は十分あると思われます。

論文番号 88

著者名 川崎浩司, 尹鍾星, 中辻啓二

論文題目 風外力が及ぼす密度成層水域の内部流動シミュレーション

討議者 中山恵介（運輸省 港研技術研究所・環境評価）

質疑

これまで多くの実験も表面は rigid に扱われていますが、どの程度混合に対して影響を与えるものなのでしょうか。無視しても構わないものなのでしょうか。

回答

水位変動が微小な場合、rigid lid model は、内部流動や混合など水域の内部特性を十分に表現することができると思います。しかし、風波や潮汐変動など、水位が大きく変動する場合には、本研究で採用した rigid lid model を適用することはできません。

論文番号 89

著者名 岡田知也, 橋本典明, 永井紀彦

論文題目 沿岸域における流れの長周期変動と風の関連性

討議者 佐藤慎司（東大）

質疑

風と流れの時間差も議論して欲しい

回答

本研究では、関連性という点に主に着目したため、時間差（位相差）まで議論はしなかった。本研究では解析手法の一つとして MAR モデルを用い、風の流れの長周期変動に対する寄与を調べた。MAR モデルは幾つかの時系列変動について位相差やフィードバックを考慮して寄与を算定できるモデルであり位相差は陰に算出されているので、今後何かの機会に位相差を考慮に入れた議論を示したいと思う。

**論文番号 90**

著者名 高橋義也，和田明  
論文題目 日本海における表層水と深層水の交換過程に関する検討  
討議者 日比野忠史（運輸省 港湾技術研究所）

**質疑**

- 1) 雨量の入力データの作り方はどのようにしているのか
- 2) 雨・蒸発の効果はでているのか

**回答**

- 1) 各計算格子における可降水量を求め、それに雲量の10分の1を乗じた値を雨量のデータとして使用している。この値は各測候所の降水量と同じオーダーで求めることができた。
- 2) 表層における水平流動および鉛直流動は、雨・蒸発の効果を入力しない場合と比較すると効果は出ている。

**論文番号 91**

著者名 日向博文，灘岡和夫，田淵広嗣，吉岡健，古川恵太，八木宏  
論文題目 東京湾における成層期流況の動的変動過程について  
討議者 和田明（日本大学生産工学部）

**質疑**

当方のデータ解析（水温，塩分分布），3次元モデルによる湾内流動解析によると，湾口部での密度場が大きな役割を演じ，長期的にみればいわゆるエスチャリー循環を形成します。黒潮の接近による中層貫入現象については，その頻度，その発生過程について明確にしておく必要があると思います。

**回答**

フェリーによる航走水温データ，外洋あるいは沿岸域における水位データの解析によれば，一般に沖合暖水の沿岸域への波及は，数日から数十日程度の時間スケールで発生していると考えられる。夏季における暖水と湾内水の密度バランスを考えると，暖水が沿岸域に波及した場合，基本的には密度流として湾内の中層に貫入するので，暖水の中層貫入現象も同程度の時間スケールで発生しているものと考えられる。

また，どのようなメカニズムで暖水が黒潮から分離し，沿岸域に波及するかという点については，特に海洋の分野で精力的に研究が行われている。今後，筆者らも研究を行っていきたいと考えている。

討議者 田中昌宏（鹿島建設技術研究所）

**質疑**

中層貫入は湾奥のどこまで達するのか？黒潮系水の沿岸波及のメカニズムと頻度は？

**回答**

我々の観測では，木更津沖までは湾内中層に貫入した暖水を確認することが出来た。その後，湾奥のどこまで到達するのかという点については，今後数値計算によって検討していきたいと考えている。ただし，暖水が密度流として湾奥部の水深10m以下の浅海域に侵入することは難しく，むしろ風によって生じた鉛直循環流が重要な働きをしているのではないかと考えている。

黒潮系水の沿岸域への波及メカニズムについては，上で述べた通りである。

討議者 中川康之（運輸省港湾技術研究所）

**質疑**

中層貫入が生じた場合，湾外へ流出するのは底層水のみなのか？上層水への影響は小さいのか？

**回答**

中層貫入が発生した場合，湾軸部分では表層流出，中層流入，底層流出の上下3層の鉛直循環流が形成される。また，夏季平均では，上層流出，底層流入の傾向があるので，底層からの湾内水の流出現象が中層貫入発生時における流動構造の大きな特徴であると考えられる。また，この底層における流れによって湾内の貧酸素水塊が湾口部へ移動していることが，藤原ら（京大）によって確認されている。

## 論文番号 92

著者名 田中昌宏, 石塚正秀, 竹下彰, 水鳥雅文, 中辻啓二  
論文題目 沿岸海域流動モデルの計算精度と問題点の把握  
討議者 日向博文(東工大・工)

### 質疑

久栄モデルと大阪大学モデルでは, 移流項の差分になぜ人工粘性の大きな一次風上差分を用いているのですか?

### 回答

一次風上差分の最大の利点は, 差分展開と境界条件の設定が容易な点です. 数値モデルの計算精度はできるだけ高精度であるべきですが, 数値モデルの工学的な利用や求められるシミュレーションの精度により差分スキームを変更すればよいと考えています. 差分精度だけを評価するのであれば, 一つのモデルを用いて比較すればよいわけですが, とくに, 本研究で強調したかった点は, 流動モデルのフローチャート(モデルの基本理念)やプログラミング等の全く異なるモデルを用いて, 各モデルの特徴を比較することです. 本論文では, 計算条件を統一した場合の結果だけを示していますが, 最終的には, 各数値モデルの条件をすべて統一し, 移流項の精度を含めて詳細な検討を行う段階まで進みたいと考えています.

## 論文番号 93

著者名 灘岡和夫, 吉野忠和, 二瓶泰雄  
論文題目 高度化した沿岸海水流動計算法を用いた原油流出シミュレーション  
討議者 中山恵介(港研)

### 質疑

- 1) RAMS と MASCON の計算結果が大きく異なるのはなぜか?
- 2) 地形勾配が急な場所における 座標系の適用性は大丈夫か?

### 回答

- 1) このことに関しては 465 頁にも記述されています. すなわち, 両者の結果が大きく異なる東京湾湾口部では, MASCON は唯一の近くの観測点(第二海堡)の結果の影響を強く受けすぎること, また, RAMS では, 陸上地形の変化が大きい富津岬周辺では, 格子解像度が十分でないことが主な原因であると考えられます.
- 2) 地形勾配が急で密度分布があるような場合には, 座標系では, 大きな計算誤差が生じることが知られています. これに対する対策を何らかの形で講じないと, 数値計算上大きな問題点があるものと考え, 本研究では, 軽微な労力でこの問題をクリアするために, 新たに Dual-座標系というものを提案しております.

## 論文番号 94

著者名 上野成三, 灘岡和夫, 高山百合子, 勝井秀博(大成建設(株))  
論文題目 内部潮汐を考慮した英虞湾の流動シミュレーション  
討議者 八木宏(東工大)

### 質疑

図-4 に示されているように湾奥では水温の実測値と計算の一致はよいように思われる. 一方, 塩分のズレは特に湾奥で大きいようだが, 内部波は密度によってその運動が支配されるので精度の悪い塩分密度に反映した内部運動が何故精度のよい水温変化を生じるのか?(特に 7/15-7/20 の内部波が顕著な期間に塩分の計算結果には大きな内部変動が現れているが観測結果には現れていないなど)

### 回答

水温に比べて塩分で実測と計算の一致が悪いのは, 塩分の鉛直分布の再現性が悪いためである. 塩分の鉛直分布の再現性が悪い原因は, 実測値では河川からの淡水供給により 1 m という極表層に塩分が薄い層があるのに対して, 計算値では数値拡散によってこの低塩分層が再現できないことによる(本論文中の 4 章 2 節参照のこと). 内部潮汐の挙動を支配する密度分布としては水温が効いているので, 塩分分布の再現性が悪くても内部潮汐の再現性はさほど悪化しないことになる. しかし, 図-5 に示した塩分分布から見た内部潮汐の挙動は当然一致度が低下する.

討議者 日比野忠史(港研)

### 質疑

内部潮汐流入時における湾内の特徴的な流れはありますか. この流れによって湾内の底質分布は説明できるのか?

## 回答

内部潮汐流入時の湾内の流れは、底層流入と表層流出のパターンである。特に、底層流入の流速は0.5m/s程度に達することが多く、外海水の湾内供給に大きな役割を担っている。底質分布との関連は調査していないが、内部潮汐による流入範囲である湾中央部の底質が泥質になっていることから、底質移動に寄与するまで効果があるかどうかは不明である。しかし、底質への酸素供給が盛んに行われることから、有機汚染された底泥の好気性分解を促進する作用に大きく貢献していることが示唆される。

## 論文番号 96

著者名 伊福誠, 原榎利幸

論文題目 気泡噴流による塩水遡上制御の数値解析

討議者 二瓶泰雄 (東工大)

## 質疑

一般的に、抗力項の評価は、二相間の相対速度を用いられるが、本文中の式(13),(14)では気泡速度から評価されている。このことは通常と大きく異なる取り扱いであるが、物理的な背景はあるのだろうか？

討議者 大成建設技術研究所

## 質疑

密度成層が強い場では数値拡散の影響を十分議論する必要があります。特に、座標系のスキームでは等密度面と面が一致しない場合、有意な数値拡散が発生しますので、その影響の度合いをふまえた上で計算結果を議論していただければと思います。

討議者 中山恵介(港研)

## 質疑

気泡が液層に混入し、液相流速と気泡流速の差が大きいときには乱れが非常に大きくその影響を受けると思いますが、その現象を取り込む必要はないのでしょうか。

## 論文番号 97

著者名 石塚正秀・松田真人・西田修三・中辻啓二

論文題目 大阪湾における友ヶ島反流の現地観測

討議者 矢持進(大阪市立大)

## 質疑

紀伊水道底層の高栄養塩水は友ヶ島でのmixing後本当に大阪湾に入っているのでしょうか？大阪湾南部底層(B+5m層)でのDINやP04-Pの経年的な測定では高濃度水の出現を経験したことがないのですが、、、

## 回答

図-9,10に示したように、紀伊水道の水塊は紀淡海峡において混合した後、大阪湾に流入していることは明らかです。しかし、DINやP04-Pなどの観測から紀淡海峡の北側海域において栄養塩の濃度の高い結果がないということは、今後、塩分の濃度と栄養塩の濃度との関係を明らかにする必要があると考えられます。また、紀伊水道のエスチュアリー循環により大阪湾方向へ太平洋から運ばれる窒素・リンなどの栄養塩の挙動について、さらに検討する必要があると考えられます。

討議者 佐藤慎司(東京大学)

## 質疑

淡路島側にも対となる渦が発生していますか？

## 回答

結論から先に述べますと、淡路島側に反時計回りの渦が発生しています。図-11は海洋レーダにより計測された流動の全計測点におけるベクトルを示していますが、同図においても、淡路島側の渦の一部と考えられる流れが計測されています。潮時は紀淡海峡における北流から南流への転流時であり、観測日は大潮期です。海洋レーダの設置場所(図中)が淡路島にあるため、淡路島側の渦の全体を捉えた観測結果がなく、今回実施した観測の結果からは、この渦の規模や流動特性については十分な検討ができません。しかし、同海域を対象とした数値シミュレーション結果には、友ヶ島反流と対をなす反時計回りの渦が示されており、友ヶ島反流と同様に地形性の流れと考えられます。ただし、由良瀬戸の西側海域

は東側海域と比べて狭いため、淡路島側の渦の規模は友ヶ島反流よりも小さくなっています。

**論文番号 98**

著者名 灘岡和夫，二瓶泰雄，小西伸英，中山哲巖，足立久美子，藤井智史，佐藤健治，山下俊彦

論文題目 鹿島灘沿岸域における広域海水流動と河川水挙動に関する現地観測

討議者 上野成三（大成建設）

**質疑**

観測結果の傾向として、利根川河川水が北上するのは吹送流の影響と解釈でよいか。

また、那珂川河川水の南下は吹送流だけでは説明できないということなのか。

**回答**

利根川河川水が北上する要因としては、「那珂川大出水時」と「台風 9805 号時」ともに、吹送流が主因であると考えられます。

那珂川河川水の南下に関して、まず、「那珂川大出水時」においては、那珂川河川水挙動を支配する流れが、全層的に極めて強い流れを形成していたことや、南風から北風への風向変化に対する応答特性から、単に吹送流のみでは説明できないということがその後の数値計算によっても定量的に明らかとなっており、南風卓越時に生じていた沿岸方向水位勾配が大きな支配因子となっていたことが観測結果および数値計算結果より明らかとなっています。また、「台風 9805 号時」における那珂川河川水の南下は、単に吹送流だけによらないものであることは明らかですが、その詳細な検討は今後さらに行っていきたいと考えています。

**論文番号 99**

著者名 後藤仁志，酒井哲郎，原田英治

論文題目 固気混相流モデルと粒状体モデルの融合による飛砂の流動過程の数値解析

討議者 日大・国際関係学部

**質疑**

1) 図-1 にて高い位置で風速が初期条件より大きくなる理由は？

2)  $y/d=0.0$  近傍での詳細な計算条件があるならば呈示をお願いします。この計算がうまくいくと河村が主張している飛砂のある場合の地表面近傍の風速分布が説明できると思いますので

**回答**

1) 計算は上下流境界で周期境界条件を課し、流量一定の条件で行っています。底面付近で飛砂の混入により風速が減少しますので、その分を補償する流量の増加が高い位置で生じます。計算領域を更に大きくとればこの問題は解消できるので、今後検討したいと考えています。

2) 底面境界付近の第 1 格子点では壁法則を用いています（通常の清水流の計算と同様です）。

討議者 内山（港研）

**質疑**

モデルの基礎方程式（連続式）中に粒子混入による流体体積の変化を取り入れる必要はないでしょうか。

**回答**

厳密な意味では必要であると考えます。ただし、風速分布の変化はかなり少量の飛砂の存在によっても生じます。言い換えると、希薄濃度でも水流中と比較すると砂の相対密度は約 1000 倍違いますから、流体の体積変化がそれほど効かない状態ですら風速には変化が生じることになります。一方、高濃度粒子層は主として粒子間応力により駆動されていて、風の直接的作用は副次的であると期待できます。以上の点から御指摘の点を考慮しないモデルでも近似的には場の性質をうまく説明できると考えています。御指摘の重要性は十分に認識していますので、今後検討したいと考えています。

討議者 日野幹雄（中央大）

**質疑**

1) 計算に配置した粒子数はいくらか。これは 2 次元計算か。

2) 先日（11/1-5）葉山の湘南国際セミナーで行われた IUTAM シンポジウムにおいて、大阪大学・機械・三宅教授・梶島助教授のところで、3D, 36 個粒子について、個々の粒子の wake さえも計算したシミュレーションの結果が発表された。Computer 能力の更なる向上の際はこのような計算が可能と思われ、期待している。

## 回答

- 1) 粒子数は約 1000 個の 2 次元計算です。
- 2) 貴重なコメント有り難うございます。御指摘のシミュレーションは、粒子混入流れの完全な直接計算とでも言うべきものであると存じますが、粒子周囲の流れ場と粒子の相互作用を抗力型で記述する場合ですら数万のオーダーの粒子移動の直接追跡がやっと可能な程度の現状であると認識しております。今後は、多数粒子の混入状態のシミュレーションと御指摘のような粒子周囲の流れ場の詳細なシミュレーションが並立しつつ発展する必要があると存じます。

### 論文番号 101

著者名 栗山善昭，上堂蘭孝一  
論文題目 後浜から砂丘前面にかけての飛砂量の数値計算  
討議者 (株)シーテック

#### 質疑

図 - 8 と図 - 9 の比較で、実測値は植生無し（冬の時期）の方が植生有り（夏の時期）に比べ飛砂量が大きくなっているのに対して、計算は植生有りの方が大きく出ている。原因を教えてください。

#### 回答

原因は、図 - 8，9 の実測値の差を正確に表現するほど数値計算の精度が高くないことにある。1997 年の海講において（栗山・望月，1997），植生の影響も波の影響も小さいと思われる地点の飛砂量の実測値と計算値（1 時間毎の 10 分間平均風速を利用）とを比較したところ、両者の相関は高かったものの誤差は平均で 46kg/m/day であった。この原因としては、降雨の取り扱いが粗いこと（10mm 以上の降雨があった場合は 24 時間後まで飛砂量を 0 と仮定）と後浜に堆積したゴミによる凹凸を考慮しなかったことが考えられる。今後、数値計算の精度を上げていくためには、これらの検討が必要になってくると思われる。

栗山善昭・望月徳雄（1997）：後浜から砂丘前面にかけての地形変化と植生，海岸工学論文集，第 44 巻，pp.681-685.

討議者 高木利光（株）アイエヌエー 海岸部）

#### 質疑

実測値との比較において、実測風を粗い区間の階級別に分け、その中央値を用いて飛砂の計算を行っているが、その場合、飛砂量は風速の三乗に比例することから誤差が大きくなるのではないか。階級別に分け、その代表値を用いる場合でも重み付けした代表値を設定した方が良いのではないか？

#### 回答

風速の三乗で重み付けする方法は、重み付けを沿岸風速と岸沖風速との組み合わせにおいて考えなければいけないので計算ケースは増えるものの、計算精度を高める一つの方法になると思われる。しかしながら、前述したように現在の方法では 1 時間毎の風速を用いたとしても誤差が約 50kg/m/day となるので、計算精度向上のためには、降雨の取り扱いの工夫と後浜に堆積したゴミによる凹凸を考慮する必要があると思われる。

### 論文番号 102

著者名 辻本哲郎，西澤健二  
論文題目 海浜植生を用いた飛砂制御に関する基礎的研究  
討議者 内山雄介（港研）

#### 質疑

飛砂が植生でトラップされる過程において最も支配的なメカニズムは何ですか？

### 論文番号 103

著者名 堀田新太郎，久保田進，田中寛好，池田雅史，遠藤路子，奥山寛史  
論文題目 双峰型粒度分布を持つ砂層上の飛砂現象について  
討議者 佐藤慎司（東京大学大学院工学系研究科）

#### 質疑

大粒径の砂が単独の時よりもさらに移動しにくくなるメカニズムを教えてください。

#### 回答

[移動しにくくなる]の意は移動開始限界摩擦速度が大きくなった、飛砂量が減少した、の両方の意味に取れます。定

量的では有りませんが、定性的には論文内で記したように、次のように解釈できませんでしょうか。すなわち、前者の意なら、細砂が粗砂の空隙に入り込み、粒子間のかみ合わせを強固にして風に対する抵抗を増した、後者ならば、飛砂量の減少は砂の移動に費やされない無駄なエネルギーが増加したと考えると、大きな砂粒子に衝突した小さい砂粒子が運動の方向を逆（風上に）にしてエネルギーを失う確率が高くなると考えればよいのではないのでしょうか。

#### 論文番号 104

著者名 酒井哲郎，後藤仁志，沖和哉，高橋智洋

論文題目 混合粒径シートフロー漂砂の鉛直分級過程の可視化実験

討議者 芝山知也(横浜国立大学)

#### 質疑

図-5の瞬間漂砂量で「加速による漂砂量の促進効果が明瞭」としているが、必ずしもはっきりと傾向が出ているとは思えない。掃流漂砂の計測では一度運動を始めた砂粒が減速期にはなかなか停止しないため減速位相の方が加速位相より漂砂量が多いという報告もある。

#### 回答

『掃流漂砂の計測では一度運動を始めた砂粒が減速期にはなかなか停止しないため減速位相の方が加速位相より漂砂量が多い』というのは、比較的少量の粒子が表層付近を各個運搬されているときには起こりうると考えますが、この場合にはシートフロー状に粒径の数倍の層が活発に動いている状態で、御指摘の個々の粒子の慣性効果はそれほど効かないようです。漂砂量の促進効果については、今後も計測を継続し、議論を深めたいと考えます。

討議者 池野正明(電力中央研究所)

#### 質疑

図-8に示した鉛直分級の結果は、図-1中の試料長さ(4400mm)のどの場所の結果ですか？図-8以外に試料の水平地点での鉛直分級分布の結果がどのようになっているか興味深いのですが。

#### 回答

移動床区間の中央部の結果です。振動流装置を使っていますので流れ場としての流軸方向への一様性は確保できていません。ただし移動床の端部では非平衡区間が生じ、この影響で局所的な地形変化が生じますので空間的一様性が確保できません。今回の実験ではこのような非平衡区間を排除して計測するため移動床中央のみでサンプリングしています。現実の問題ではこのような非平衡区間こそ重要との御指摘かと思いますが、基本的な漂砂の機構を把握するのは単純な場の設定が必要です。

#### 論文番号 105

著者名 渡辺 晃・磯部雅彦・Mohammad Dibajnia・田中正博・植村勇仁

論文題目 非対称振動流作用下における混合粒径砂の移動機構に関する研究

討議者 服部昌太郎(中央大学)

#### 質疑

論文集表-3の細砂漂砂量算定で、通常の濃度分布から浮遊砂濃度は底面近傍が高い。しかし細砂の混入率により、 $net\ q_s$ への寄与度が異なるのは漂砂量算定での  $dz$  幅が異なることで、この点を考察した検討が必要であると思う。

#### 回答

本研究では、粗砂混合率が細砂の浮遊漂砂量にどの程度影響するかを調べるために、まずは混合砂の移動形態の違いと結び付けることを試みました。浮遊細砂濃度の鉛直分布として図-9と図-10を比較しますと、浮遊卓越型が最大巻き上がり高さ(3cm程度)まで直線的に濃度が減少しているのに対し、アーミング型ではある高さ(0.5cm程度)から急激に濃度が減少していることが伺えます。表-3ではこのことを漂砂量としてみるために  $dz$  幅を変化させました。

#### 論文番号 106

著者名 佐藤慎司，笠井雅広，河野龍男，諸田勇，加藤俊夫，桜庭雅明

論文題目 駿河海岸和田鼻地先における砂礫の粒径別運動特性

討議者名 栗山 善昭(運輸省 港研)

#### 質疑

海底谷付近の南向きの流れの発生時期と出来たらその原因を教えてください。



**論文番号 107**

著者名 遠藤秀文, 大中晋, 宇多高明, 大貫輝雄, 三波俊郎, 古池鋼, 芹沢真澄  
論文題目 リーフギャップ背後における三角形砂州の形成とその周辺における流れ, 汀線変化  
討議者 栗山善昭 (運輸省港研)

**質疑**

海浜流の集まってくる砂州背後で汀線が後退するメカニズムを教えてください。

**回答**

砂州の形成と, 汀線の後退減少と生じさせる起因力は異なることと, これらの変化は同時に生じているものではないと考えられます。すなわち, 砂州についてはリーフギャップの存在によるリーフフラット上での大規模な流れにより形成されたと考えられます。この流れとは, 海浜流というよりむしろリーフ内外の潮位による水位差により生ずる流れが支配的であり, 両者とも常時リーフギャップに向かう流れとなっています。一方汀線付近の斜面部で地形変化が生じるためには, 少なくともその地点である程度の水位が存在し, さらに漂砂移動の起因力となる波浪成分が存在することが必要となります。このような時間帯は非常に限られ, 潮位変化が大きい高潮時のみです。このときの汀線付近で生じる二次碎波角方向に漂砂移動は生じます。この碎波角は, 突堤両外側に広がっていく方向であることが現地観察結果より確認されています。これにより, 突堤両外側で汀線が後退したと考えられます。

討議者 佐藤慎司 (東京大学)

**質疑**

砂州形成地点から南側の砂嘴形成地点までの汀線についての土砂収支について教えてください(汀線変化からはむしろ堆積傾向であるようにも見える)。

**回答**

航空写真から読みとった汀線及び砂嘴の変化量より概算で計算すると, 全体の土砂収支としては侵食傾向にあります。しかし現在この範囲で問題となっているのは, 土砂供給量の減少よりも, 構造物設置による沿岸漂砂の連続性の阻止によるものです。さらに沿岸漂砂の起因力となる波浪の作用は, リーフ上でのサンゴの乱獲等により以前より増していると考えられます。その結果, 突堤下手側での浸食域の拡大, および砂嘴については以前よりも伸びてきているのではないかと考えられます。

**論文番号 108**

著者名 後藤仁志, 酒井哲郎, 松原隆之  
論文題目 DSMC 法による非対称砂漣上の浮遊砂拡散過程の数値シミュレーション  
討議者 武若 聡 (筑波大学・機能工学系)

**質疑**

計算時に一方向流速を与えるのはなぜか? 水路内の平均流速は分布を持って発達するはずなので, 一方向流速を合理的に与えるのは難しいと思うのですが。

**回答**

実験では一方向流を強制的に作用させています。この条件と一致させるため, 計算領域の両端に予備計算領域(水平床)を設けて両端の流量を与える方法で計算しています。

**論文番号 109**

著者名 二瓶泰雄, 灘岡和夫  
論文題目 GAL-LES モデルに基づくシートフロー現象の大規模渦構造に関する数値解析  
討議者 岡安章夫 (横浜国大)

**質疑**

- 1) 計算における空間格子サイズはいくつか?
- 2) 流れ場の場合, 一般に LES グリッドサイズは小さい方が良いと思われませんが, GAL モデルでは, LES グリッドサイズが砂粒子のサイズと比べてある程度大きくなる必要があると思います。LES グリッドサイズと粒子サイズのバランスはどの程度が良い, もしくは限界なのでしょう?

**回答**

- 1) 水平方向 0.5cm, 鉛直方向 0.15cm です。
- 2) 空間的に平均された粒子運動モデルの場合 (GAL モデルや通常のオイラーモデル) では, そこでの平均化される空間

サイズは、粒子を十分に含む必要があります。そのような制約下で決定された格子サイズが、LES の SGS モデルに対して適切であるかどうかというのは非常に難しく、現段階ではその計算精度を正確に評価できていないものと考えられます。この種の問題は、混相乱流 LES を発展させるためには、解決すべき大きな研究課題の一つであるものと考えられます。

#### 論文番号 110

著者名 渡辺 晃，中村裕史，磯部雅彦

論文題目 遡上域を含めた沿岸漂砂量岸沖分布に関する研究

討議者 浅野敏之（鹿児島大学）

#### 質疑

CERC の沿岸漂砂量式が表示する総沿岸漂砂量  $Q_y$  と波向角，波高，底面勾配の関係の特性と図-9～11 で描かれた碎波帯内の  $Q_y$  の特性が異なっているようですが，（例えば波向き角が変化しても  $Q_y$  はほとんど変化しない，）この不一致の理由は？

#### 回答

定性的には CERC 公式と同様な結果になっていますが，ご指摘のとおり定量的には一致しません。理由を調べたのですが現在のところ不明です。今後更に検討したいと思います。

#### 論文番号 111

著者名 佐藤充弘，服部昌太郎

論文題目 波打ち帯での岸沖漂砂量と地形変化

討議者 池野正明（電力中央研究所）

#### 質疑

式(2)と(3)中の限界シールズ数  $\tau_c = 0$  とせずに， $\tau_c$  の効果を取り入れないのですか？

#### 回答

波打ち帯では，遡上波の通過に伴って誘起される流体運動が非常に複雑であるため， $\tau_c$  が時間的・空間的に変わる。これに加えて， $(t) \gg \tau_c$  であることを考慮して， $\tau_c = 0$  としました。

討議者 浅野敏之（鹿児島大学）

#### 質疑

- 1) 前浜域に波を作用させると，急速に前浜勾配が変動するのは，波と地形との相互応答による。こうした状態で地形変化から漂砂量を評価することの妥当性への疑問。
- 2) 漂砂量が勾配に強く依存するため，底面勾配の入らない漂砂量式(2)を用いることへの疑問

#### 回答

- 1) 海浜地形が急速に変化する状況下での問題が，工学的にも解明が望まれていることは確かです。しかし，水深が非常に浅く，しかも dry bed と wet bed とが交互に出現する波打ち帯で，実験的に漂砂量を計測することは流体場を擾乱するため極めて難しいと思います。したがって，本研究では地形変動速度が遅くなった状況下での地形変化から，漂砂量を算定しました。この点に関して著者らも不満がある点です。
- 2) 局所あるいは平均勾配を考慮して検討しましたが，有意な結果を見出すことができませんでした。この原因として，波打ち帯での波の遡上特性が変化することによる砂移動の卓越モードが変わることと，dry bed 上での底面せん断力が急激に変化することに関係していると考えております。言い換えれば，これが波打ち帯の特徴ともいえます。

#### 論文番号 112

著者名 福島雅紀，山本幸次，佐藤慎司

論文題目 時間変動波浪を用いた海浜変形実験

#### 訂正

図の差し替え，p.559，図-7 漂砂フラックスの岸沖方向分布（棒グラフ・・・ $F_s$ ，実線・・・ $Q_s$ ，黒丸点・・・浮遊漂砂量）

本文中で記述されている図-7に関して， $Q_s$  が幅 0.5m あたりの値となっていました。ここに修正された図では， $Q_s$ ，浮遊漂砂量とも単位幅あたりの値を表します。講演会で議論となった浮遊漂砂量と掃流漂砂量の割合ですが，碎波帯内では掃流漂砂量が卓越してくることとなります。

**論文番号 113**

著者名 永澤豪, 田中仁  
論文題目 高波浪時の越波による海浜地形変化  
討議者 内山雄介(運輸省 港湾研究所)

**質疑**

蒲生干潟の地形変化に対する越波による土砂輸送のコントリビューションはどのくらいか。

**回答**

蒲生干潟での地形変化は、主に2地点で発生します。1地点は、潮汐に伴う水が出入りし、流量が大きい蒲生干潟の南端と七北田川河口の連絡口付近。もう1地点は、蒲生干潟北部の越波による土砂堆積が起きる地域です。他の地域は、潮汐による流量も小さいため、ほとんど地形変化は起きません。また現在、七北田川河口との連絡口には締切堤が設置され、河水や海水の流入は締切堤の2ヶ所の連絡口と締切堤の間から行われているために著しく制限されています。従って、蒲生干潟の地形変化に対する越波による土砂輸送の寄与は非常に大きいと言えます。但し、その発生頻度は論文中に示した様に、数年に一度程度です。

**論文番号 114**

著者名 中村聡志  
論文題目 現地観測による砕波帯内の流れ構造および底質浮遊機構の解明  
討議者 岡安章夫(横浜国大)

**質疑**

局所的な浮遊砂濃度観測の場合、観測された浮遊砂が局所的なその場での巻き上げによるものなのか、多の場所で巻き上げられた浮遊砂の移流によるものなのかの区別が重要であると思います。この点について何か検討されていたら教えてください。

**回答**

質問のとおり浮遊砂が移流によるものか否かは重要な問題であると思います。今回の現地観測でもその点を明らかにするべく、圧力センサーを底面極近傍に設置し、水平あるいは斜行渦の到達と浮遊砂濃度の急激な上昇を捉えようとした。結果的にはセンサーの埋没と故障のため有益なデータ取得ができませんでした。今後、ご指摘の検討をするため今回解析に用いなかった浮遊砂濃度計等を解析し、移流による浮遊砂濃度の時空間変化と舞上げによるものとの区別を行っていきたいと思います。

**論文番号 115**

著者名 片山裕之, 岡安章夫, 永田達也  
論文題目 連続採水による現地砕波帯浮遊砂濃度および粒度分布の時系列変化  
討議者 日野幹雄(中央大学)

**質疑**

- 1) 濃度計測は1点測定(採水・電気式とも)で行われているが、少なくとも2Dで連続計測する方法はないのであろうか。
- 2) 実験室では光シートで照射して写真を撮り、2D濃度分布を求める方法があるが、この方法を現地観測に用いることはできないか。
- 3) 日野はCTスキャン原理を用いて、ただし医用CTとは異なり射出部と検出部の回転はなく、固定式で、2D(50cm x 50cm範囲)瞬間濃度計の試作に成功している。

**回答**

- 1) 2Dもしくは3Dで計測できるのが好ましいと思いますが、空間解像度をどの程度要求するかによると思います。今回の現地観測では、点計測の濃度計を30cm~100cmの間隔で空間的に配置して計測を行いました。砕波による巻き上げだけでなく移流による浮遊砂まで捕らえるには十分な空間解像度であると考えています。HORS99(合同現地観測プロジェクト)では、岸沖・沿岸・鉛直方向に空間的に濃度計を配置し、同時に多地点同時採水を行い、高濃度時の濃度計の採水によるキャリブレーション、および巻き上げと移流の分離を試みています。
- 2) 現地の砕波帯内においては、高濃度時などではバックグラウンドの影響が大きく、水中での目視による観測でも現象がよく見えないことがあります。従って、現地観測において水中写真を撮ることは難しいと思います。
- 3) 次回の現地観測では是非使わせて頂ければと思います。

**論文番号 116**

著者名 泉宮尊司

論文題目 船体取付型 ADCP によるシルトおよび微細砂の濃度の時空間変動の現地観測

討議者 岡安章夫 (横浜国立大学大学院)

**質疑**

- 1) 図-9, 図-10 で底面付近に大きな濃度が見られますが, これは信頼できるデータと考えて良いのでしょうか. また, 完全に底面まで測定できないとすると, 底面上どのあたりから信頼できる濃度値だと考えて良いのでしょうか.
- 2) 図-7 の heaving のスペクトルについてですが, 船体の heaving に関する固有振動数の影響はないのでしょうか.

**回答**

- 1) 論文の 578 p にも書いてあるように, サイドローブの影響を受けていますので, 底面から 0.5m から 0.6m 以内のデータは余り信用できません. もし, 超音波のメインローブを鉛直に海底面に発射すれば, 海底面ぎりぎりまで測定可能です. この場合, サイドローブの方が伝播距離が長くなるからです.
- 2) 漁船の heaving の伝達関数は, 0.2Hz 以下では 1 に近づくと考えられることや, 固有周期が 1 s から 2 s 前後であることから, 0.5Hz 以下では余り影響がないと思われます.

討議者 吉岡洋 (京都大学防災研究所)

**質疑**

スパイク状の高濃度をノイズとみなす理由は?

**回答**

一般に, 一様ランダムに広がった散乱体に, コヒーレントな電波や音波を照射すると, 後方散乱強度にはスペックルノイズがのることが知られています. このノイズによる SN 比は平均化しない場合には 1 になることが分かっています. このノイズによる SN 比を改善するために, マルチルック処理や時間平均をとることがよく行われています. 本研究でも, 4チャンネルの平均を採っていますが, それでも除去できていないことや, 図-10に見られるように, 指数分布に近い強度分布となっていることから, スペックルノイズ的であるとと考えています.

討議者 高木利光 (株アイ・エヌ・エー海洋部)

**質疑**

- 1) 船体動揺の同定条件として, 海底勾配が極めて小さい場合としているが, どの程度までの勾配なら OK か. また, 海底地形 (水深) が分かっているなら同定可能か.
- 2) 船を走らせて, 平面的な観測は可能か (3次元場の観測)  
\* 講演中に質問できませんでしたが, よろしくお願ひします.

**回答**

- 1) 船体の動揺があるといっても, 2 から 3 度程度なので, 超音波の照射位置の変動も水平方向に 1 m 程度以内と考えられ, その範囲内で数 cm の変化であれば特に問題はないと考えられます. すなわち, 海底勾配が 1/20 以下ならば同定可能です. 海底地形が詳しく分かっていたら原理的に同定可能ですが, 数 m 以内の微地形まで分かっていることは殆どないと思われます.
- 2) 水深がほぼ同じで, 底質の音響的な性質が同じであれば, 平面的な観測もできる可能性があります. このような制限が必要となるのは, ADCP に記録される後方散乱強度がレンジ方向に基準化された値を記録していることにあります. もし, 絶対音響強度を記録するようになっていれば, 濃度検定さえ行っておけば 3次元連続観測は可能だと思います.

**論文番号 120**

著者名 土田孝, 五明美智男

論文題目 波による水圧変動に対する底泥層の安定について

討議者 柴山知也 (横浜国立大学)

**質疑**

Navier・Stokes の方程式を用いた流体力学的研究では底泥の流動する範囲を求めることが難しい. この研究により, 底泥の流動範囲を求めることができるか.

**回答**

今回は底泥のせん断強度を一定と仮定したが, この場合は式(9)が示すようにすべりが発生するときの限界せん断強度

は底泥の深さ  $d$  に比例する。したがって、同一の波形勾配においてすべりに対する安全率は底泥の最深部が最小となるので、たとえば薄層に対する造波実験の場合には最深部でのせん断強度で全体の流動の有無が決まり、特に流動する範囲は決まらない。しかし、実際の海底地盤では表層部においてもせん断強度が深さ方向に増加しており、この条件で円弧すべり解析を行えば深さ方向の流動範囲が、安全率が 1 を下回る範囲として簡単に求めることができると考えられる。

#### 論文番号 121

著者名 柴山知也, 片山裕之, Ioan Nistor, 石田純一, 藤良太郎  
論文題目 掃流砂と浮遊砂を統一的に取り扱う碎波帯内漂砂量モデルとその検証  
討議者 小野信幸 (九州大学大学院)

#### 質疑

図 - 7 のような漂砂量 Flux を測定するには (特に掃流砂) 底面流速と濃度の両方を正しく測定する必要がありますが、現在のどの程度信頼できるものなのでしょうか。

#### 回答

シートフロー状態の移動については、振動流装置を用いて、砂粒子速度、濃度の計測が Katopodi et al. (1994), Ribberink・Al-Salem (1992) により行われており、数値モデルの精度に対応した信頼すべきデータがそろいつつある段階と言えます。

#### 論文番号 123

著者名 Vu Thanh Ca  
論文題目 海浜断面における波動・地形変化の数値シミュレーション  
討議者 柴山知也 (横浜国立大学)

#### 質疑

砂層内の飽和・不飽和透水流の地形変化への影響はどの程度か？

#### 回答

砂層内の飽和・不飽和透水流の地形変化への影響は砂粒径によって変わるが、一般的な海浜の粒径 (0.2mm 程度) の場合には影響が小さくて、無視してもかまいません。粒径が大きくなると、影響が大きくなる。

#### 論文番号 125

著者名 佐藤孝夫, 八木橋貢, 黒木敬司, 片野明良, 栗山善昭  
論文題目 沖合大規模構造物による海浜変形  
討議者 榎木亨 (大阪産業大学)

#### 質疑

- 1) 漂砂量係数は構造物が存在する場合、しない場合で同じなのか。また、構造物の差異による係数の変化は？
- 2) この漂砂量係数は何によって左右されるのか。

#### 回答

- 1) 構造物の建設過程における汀線変化を再現するために、 $K_1$ ,  $K_2$  を種々の組み合わせで試行計算し、漂砂量係数  $K_1=0.231$ ,  $K_2=0.81K_1$  を設定いたしました。さらに、この係数を用いて構造物のない時期について再度再現計算を行い漂砂量係数の検証を行いました。この条件が将来変化しないと考えて将来計算を行いました。
- 2) 漂砂量係数  $K_1$  は、主に海浜を形成する底質粒径および海底勾配により左右されると考えております。波浪の遮蔽領域に形成される循環流による漂砂を考慮する漂砂量係数  $K_2$  が何の影響を大きく受けるかは不明ですが、底質粒径や海底勾配などに左右されると思われれます。

討議者 田中茂信 ((財) 国土開発技術センター)

#### 質疑

- 1) 波向を  $11^\circ$  補正することの意味は何か。また、港湾構造物の計画・設計には補正前、補正後のどの波向を用いているのか。
- 2) 本海域は流れが強い海域である。自然の岬より沖合いに大規模構造物を作る場合、十分な調査が行われているはずである。本海岸における流況の変化、およびその海岸過程への影響は如何。

#### 回答

- 1) 汀線変化は波向に対して敏感なため、数種類の代表波浪で汀線変化を計算する場合、沖波波浪を単にエネルギー合成して求めた波向の情報は汀線変化を予測するのに必ずしも十分な精度を有していない。そのため、現地の汀線変化を再現できるように波向を補正した。
- 2) 流況に関しては今後詳細な検討を行う予定です。その結果より海岸過程への影響も評価することを考えています。

#### 論文番号 126

著者名 北野利一, 中野晋, 岡彰紀, 間瀬肇

論文題目 主成分解析による新たな地形変動分析法に関する理論的検討

討議者 横木裕宗 (茨木大学・広域水圏センター)

#### 質疑

- 1) 地形変動の「主な」成分(方向)を知りたいときに、分解された第1成分, 第2成分, ... というのは物理的にどのような意味を持つのでしょうか?
- 2) 海浜地形で解析する時には、沿岸岸沖方向の空間で2方向あると思うのですが、このご研究の方法は、平面解析の応用に簡単にできるのでしょうか?

#### 回答

- 1) 主成分解析により得られた結果のみからは、それぞれの成分の性質はわからないと思います。得られた各成分の時間関数の特徴、つまり、その周期性から判断したり、他の物理量の時系列データとの相関などを試みて、物理的な意味を見い出すことが必要だと思います。
- 2) 可能です。ただし、注意すべき点が2つあります。

#### 注意

- 1) 観測点が、ほぼ等間隔とみなせるような格子上の離散点とならない場合には、2次元空間での内積を考える際に、データの密疎を考慮してサンメーションする必要があります。つまり、内積を $\langle f, g \rangle = \text{Integrate } f^*(x, y) \cdot g(x, y) \text{ with respect to } x \text{ \& } y,$   
 $= \text{Sum of } w(j) \cdot f^*(j) \cdot g(j); \quad w(j) = x\text{-}y \text{ 平面上の格子点 } j \text{ での面積}$ とする。ここで、 $w(j)=1$  とすれば、加藤・吉松(1984)での3次元変動場の扱いに一致する。また、横木ら(1998)が提案されている3次元変動場の分解は、時間と空間の関数に変数分離になるだけでなく、空間2変数も分離する手法であり、空間2変数を分離することが重要な現象に関しては、非常に効果的である。
- 2) 1次元においては、上・下手への2方向への移動しかありえないが、空間2次元においては、移動方向は四方八方に無数に存在する。従って、砂移動の方向については、卓越方向を求めたり、岸沖方向の分解、沿岸方向の分解などについて限定して検討すればよいと考えられます。

#### 論文番号 129

著者名 中野晋, 北野利一, 藤川美和

論文題目 吉野川下流部の地形変動と洪水による河口砂州変形計算

討議者 中山恵介 (運輸省港湾技術研究所)

#### 質疑

河口砂州は河川内砂州と非常に大きな関係を持っていると思います。そこで、対象河川が直線であることから、砂州の区分図を用いて河川内砂州の性質を知ることができると思います。どの部分に対応する河川ですか。

#### 回答

吉野川下流部(14.5kmの第十堰より下流側)の最深河床位(1996年)で見るとほぼ水平であり、緩流河川に分類される。千・出口(1999)は本河川の河口地形を「河口テラスが存在し、単列の河道内砂州が水面に露出するタイプDに分類される」と述べている。また河口前面海域では南東からの波浪の影響により、北向きの漂砂が卓越しており、その影響で砂州が右岸より伸長する傾向がある。宇多ら(1996)が示したタイプ分類では緩流河川で砂州の伸長が片側から生じるタイプI-2に相当すると考えられる。

#### 参考文献

- 千受京・出口一郎(1999): 現地資料に基づく河口砂州の形状と崩壊に関する考察, 海岸工学論文集, Vol. 46, pp. 651-656.  
宇多高明・松田英明・山形宙(1996): 全国 17 河川のデータによる河口砂州形状のタイプ分類, 海岸工学論文集,

**論文番号 130**

著者名 植木郎, 小林健一, 高木利光, 増田巧見  
論文題目 簡易モデルによる中小河川の砂州フラッシュ予測  
討議者 田中仁(東北大学)

**質疑**

- 1) 川幅が小さくなるプロセスを予測できるモデルになっているのか。
- 2) 簡易モデルで計画流量を対象とした計算を行っているが, その結果をそのまま河道計画に反映させて行く際, 精度の不安がないか。

**回答**

- 1) 当モデルは河川流による砂州フラッシュを対象としていることから, 波浪等により砂州が発達し川幅が狭くなるような地形変化は予測できない。
- 2) 今回, 当モデルを検証した際の流量は計画流量規模に対し小さく, したがって計画規模の流量に対しての精度の保証は必ずしもない。しかし, これはより詳細なモデル, 例えば平面2次元モデルを適用する場合においても同様の問題がある。ここでは, 対象としている河川が中小河川と比較的小規模であり, 砂州のフラッシュの形態が簡易モデルで考えているような範疇を越えないと想定される河川に対し有効であると考えられる。したがって, 砂州フラッシュの形態が計画流量規模のものでも同様であると考えられる場合は, 当モデルでもある程度の精度を持つものと考えられる。

**論文番号 131**

著者名 千受京, 出口一郎  
論文題目 現地資料に基づく河口砂州の形状と崩壊に関する考察 砂州の存在を許容した河道管理計画に向けて  
討議者 高木 利光((株)アイ・エヌ・エー海岸部)

**質疑**

砂州崩壊形態を側岸侵食と越流崩壊に分けて対象河川を分類し, 砂州形状と洪水流量増加率で整理されているが(図-3), 砂州の崩壊は河口処理工とも関連があるのではないか。特に, 中導流堤タイプの河口処理された河川においては側岸侵食は構造物によって規定されるため越流崩壊となる事例の渡川, 手取川などがその代表的な河川である。

**論文番号 133**

著者名 青木伸一, 真田誠至, 歌津宏康  
論文題目 天竜川以西の遠州海岸の汀線変化と沿岸漂砂量分布の推算

**訂正**

図4中の年代にミスがあり, 上から1980年代, 1970年代, 1960年代である。

討議者 佐藤慎司(東京大学)

**質疑**

海岸線付近にある崖の侵食による土砂供給はどのような状況か? またそれを写真から読み取ることはできないか?

**回答**

対象海岸のうち, 静岡・愛知県境やや西から海食崖が伊良湖岬付近まで続きますが, 1970年代以降は崖崩壊の治山工事が進み, 現在では崖からの土砂供給はほとんどないものと思われます。1960年代から1970年代にかけては, 崖からある程度の土砂供給量があったものと類推されますが, 解析では考慮しておりません。沿岸漂砂量の推算結果が1960年代に対象海岸の西側で大きくなっているのは, 崖からの供給土砂の影響であることも考えられます。写真からの判別については, 今後検討してみたいと思います。

討議者 三村信男(茨城大学)

**質疑**

対象海岸の西端の伊良湖岬における沿岸漂砂量はどうなっているのか? また, 沿岸漂砂量分布の計算において, そのような情報を用いて精度を上げる可能性はないか?

## 回答

伊良湖岬に到達した沿岸漂砂は、岬を回って渥美半島の西端を北上していると思われませんが、これについては、定量的につかんでおりません。今回の解析のように、汀線変動から沿岸漂砂量分布を類推する場合は、漂砂量が既知ないくつかの点を設けて補正する必要があることは確かです。実際、宇多ら（参考文献参照）によって示されている、浜名湖今切口や赤羽根漁港での沿岸漂砂量を用いることを試みましたが、二つの点で同時に漂砂量を満足させることは難しく、one-line モデルの問題も考えられるので、結局今回は考慮しませんでした。あくまでも、今回の結果はおおざっぱな変動傾向をみたものと考えて下さい。

## 論文番号 135

著者名 佐藤・鈴木・瀬戸尾・松浦・山本・花田  
論文題目 清水海岸海底谷周辺の波・流れと漂砂機構  
討議者 加藤一正（運輸省 港湾技術研究所）

## 質疑

沿岸漂砂量  $1.3 \text{ 万 m}^3/\text{年}$  の推定方法と仮定（推定する際に何らかの仮定を行っていると思います）の妥当性について、説明をお願いします。

## 回答

「日本の海岸侵食（宇多著：1997）」などによると、清水海岸での沿岸漂砂の卓越方向は東方向であり、漂砂移動の上手側に隣接する静岡海岸の砂浜は1985年頃までに一度ほぼ消滅し、護岸前面が相当に深くなっています。一方、静岡海岸の西端に位置し、主要な漂砂源であった安倍川からの供給土砂は、高度成長期に砂利採取によって限りなくゼロに近づき、その後の砂利採取の禁止処置により約  $10 \text{ 万 m}^3/\text{年}$  まで回復したが、1985年頃には sand body としてまだ静岡海岸西側を移動中でありました。静岡海岸には現在は全域に離岸堤が設置されており、これらの離岸堤群岸側が供給土砂によって飽和して、sand body が清水海岸に到達するには時間がかかると考えられます。それゆえ、現在まで静岡海岸からの漂砂供給量は近似的にゼロであると仮定しております。

その上で、深浅測量データから各側線毎の侵食断面積を求めて、この面積に側線間隔をかけることによって土砂量に換算すれば、本論文の図 2（672pp）を得ることが出来ます。

そして、静岡海岸からの土砂量をゼロとすれば、この侵食土砂量が漂砂量に等しいと見なせます。

本調査結果は動的養浜計画の立案に資するつもりであり、侵食土砂量分を養浜で補うという観点からは、この程度の精度で支障ないと判断しております。

## 論文番号 136

著者名 佐藤慎司，山本幸次，桜井亘，村野幸宏，高木利光，厚坂祐次  
論文題目 富士海岸における侵食対策としての動的養浜の効果  
討議者 武若聡（筑波大学）

## 質疑

図 - 12 に示す水深変化量分布において 20m 以深に規則的な水深変化量パターンが現れている。これは測量誤差なのか、あるいは実際にこのようなことが生じているのか。

## 回答

深浅測量はナローマルチビーム測深としているが、一般に次の測量誤差が予想される。まず、移動する船の位置を GPS で計測しているが、測深と位置測量にわずかな時間差があるため、その時間差で生じる誤差がある。また、ある程度船の動揺は補正しているものの、完全には補正しきれない。このような誤差は海底勾配が急であるほど大きくなる。当海岸の水深 20m 以深は約 1/2 勾配と急であることから、このような誤差が大きくなる。概算では 50cm 以上の誤差が予想されている。このことから、水深 20m 以深に現れている水深変化量は誤差の部分が大きく、したがって図中に見られる水深変化パターンは量的に見ても測量誤差によるところが大きいと考えられる。ちなみに、平成 11 年秋において砂面計で直接水深 30m 地点の水深変化を計測したものと、同期間に測深した結果を比較したところ、砂面計では数 cm 程度の変化に対し、測量成果によると数十 cm の変化となっており、測量誤差が大きいことが確認された。

このように、海底勾配が急な海岸における測深精度の改善が、このような海岸の地形変化の実態を的確に把握する上で今後望まれる。



**論文番号 139**

著者名 西村晋, 宇多高明, 国栖広志

論文題目 南九十九里浜 BMS 工法の侵食防止効果と地下水特性の現地調査

討議者 榎木亨 (大阪産業大学)

**質疑**

一般にこの工法は岸沖漂砂を対象とした制御システムと考えるが、沿岸漂砂のあるこの海岸に適用しているけれども対象漂砂 (岸沖から沿岸漂砂か) をどれにおいているのか?

**論文番号 140**

著者名 宇多高明, 西村晋, 高橋巖, 平野浩一, 渡辺敏

論文題目 堆砂と清浄海水の取水水面から見た茅ヶ崎海岸の BMS の検討

討議者 伊藤政博 (名城大学理工学部土木工学科)

**質疑**

図-10 に示している COD が海水より取水の方がかなり少なくなっているが、この原因について教えていただきたい。

**回答**

COD は水中の主として有機物が一定の条件のもとで化学的な酸化剤 (普通、過マンガン酸カリが酸化剤に用いられる) によって分解されるとき、酸化剤の酸素をいくら消費するか、その消費量をいいますが、BMS によって取水される海水は砂中を通過し、濾過される過程で海水中の有機物もある程度除去されたため、COD が低下したものと考えられます。これを示す他のデータとしては、図-10 に示している SS (浮遊物質) の値が 98 年 10 月 16 日のデータを除き、SS が減少すれば COD も同様に減少している傾向が示されており、砂濾過によって除去された浮遊物質の中には有機物も含まれていたものと考えられます。ただし、98 年 10 月 16 日の水質データにおける SS の大幅な減少と COD の減少量との相違については原因不明です。

**論文番号 143**

著者名 佐藤恒夫, 榎俊博, 柴田悟, 込山清, 平松和也, 長谷川巖

論文題目 海浜安定化に関する透水層埋設の三次元的効果

討議者 榎木亨 (大阪産業大学)

**質疑**

現地に適用する場合、この実験結果、特に透水層の相似率をどのように合わせて適用するのか。

**回答**

ご指摘頂いたように、移動床実験や浸透流を取り扱う模型実験の場合には、相似率の取り扱いが難しい。そこで本件の場合には、模型実験の他に現地データを用いてキャリブレーションを行なった浸透流シミュレーションでも検討を行なったのである (第 46 巻, pp. 716-720.)。また、現地施工途中において、試験養浜による海浜変形のモニタリングを行う予定であるので、その期間中に浸透流の測定も行なう予定である。

**論文番号 144**

著者名 加藤一正, 出口一郎, 瀬岡和夫, 佐藤恒夫, 山縣宣彦, 佐藤幸夫, 石本健治

論文題目 人工海浜への透水層埋設工法適用に関する検討

討議者 柴山知也 (横浜国立大学)

**質疑**

著者は透水層工法を離岸堤、潜堤工法と工費の面から比較し有利であるとしている。しかし透水層工法の効果は汀線近傍に限られており、また防災面での機能が必ずしも満足に検証されていないことから、このような比較は防災面からは適当でないのではないかと。

**回答**

本件の場合には、防災機能は砂浜に持たせてある。つまり論文中の規模の砂浜を維持することができれば、防災機能も満足される。透水層工法はこの養浜を維持するための工法であって、透水層工法自体には、必ずしも防災機能が必要ではない。比較検討を行なった離岸堤工法及び潜堤工法の規模も、防災上の観点からではなく養浜の安定性の観点で、透水層工法と同等の効果となるような規模を適用している。なお、潜堤工法の場合には背後域の平均水位の上昇を生じることが多いが、透水層工法を適用すると汀線付近における wave set-up を生じなくなるので、その分だけ越波に対して安全とな

る防災機能があると考えられる。

討議者 佐藤道郎（鹿児島大学工学部）

質疑

浸透と波に関する実験を行うと、小縮尺の実験では浸透の効果が、波の効果よりも大きくなりがちで、encouragingな結果になることがある。しかしその結果をそのまま現地に当てはめることには注意がいる。加藤さんのところでは現地のデータも実験のデータもあるようであるから、それに基づいて実験結果をどう読みかえて現地に適用したら良いか検討してもらえればありがたいと思う。

回答

本件の模型実験においては、透水係数が現地と実験室とで相似になるように、実験に適用する砂を選定した。実験波に関しては、この砂の粒径を考慮して、汀線位置の前進・後退が現地と実験室とで相似になるように、海浜安定実験の実験波高を設定した。つまり実験波高はフルードの相似則に従っていない。（越波実験の実験波高はフルードの相似則で縮尺した。）以上のように、浸透流と汀線変化の両方の観点から実験諸元を決定してはいるが、scale effect が効いていることは間違いない。佐藤先生がご指摘の「現地データ」とは主に波崎海岸での測定データのことを指していると思われるが、瀬戸内海に面する本件の海岸と外洋に面する波崎海岸では海岸性状が違いすぎるので、波崎海岸の現地データを使用して本件の模型実験結果を検証することは難しいと考えられる。本件の場合には、論文中の「7. 現地実験の必要性」に示したように、施工途中に少なくとも1年間の調査期間を設ける予定であるので、その時に様々なデータを取得して、実験結果の検証や現地施工計画の変更を行なう予定である。その結果は、海岸工学講演会において紹介させて頂きたい。

論文番号 146

著者名 西隆一郎、内田洋海、宇多高明、佐藤道郎

論文題目 締めり度向上による海浜変形制御に関する実験的研究

討議者 田中茂信（（財）国土開発技術センター）

質疑

- 1) 締めり度とウミガメの上陸産卵との関係は如何
- 2) 今回の実験の精度が結果に与える影響は如何

回答

- 1) については、日本一アカウミガメが上陸・産卵すると言われる上屋久町永田海岸での生態調査の経験から言えば、カメの産卵に関しては締めり度（浜の固さ）は余り重要な要因でなく、浜幅がどれだけあるかが重要です。米国においては、養浜の硬さに関する基準および硬くなった場合には農耕用の機械で砂浜を鋤いて柔らかくしなければならない基準もあります。
- 2) については、実験の精度は、ポイントゲージを用いた地形変化に対しては底質粒径程度、締めり度に関しては1mm単位の定規を用いて計測したためにその1/10程度です。ただし、質問の主旨は相似率のことではないかと拝察します。ICCE25で著者の一人は大型水槽で行った締めり度の異なる砂丘侵食実験のデータ解析ならびに数値シミュレーションについて述べていますが、締めり度を高めるほど、砂丘侵食量および岸沖漂砂量が低減される結果が示されていますので、現地においても定性的な相違は無いと考えます

討議者 佐藤慎司（東京大学）

質疑

養浜の施工への適用を考えると、一度波の作用を受けるとせっかく初期に締め固めても、元に戻ってしまい、耐侵食性を増すことは出来ないのではないか

回答

養浜などで締めり度を高めても、養浜砂がいったん波の作用で締め固めた砂浜から分離してしまえば通常の漂砂現象と変わらないという御指摘は、適切と考えます。ただし、ここで指摘したいのは、締め固めた養浜を行えば、締め固めて養浜した砂浜自体から分離して波による漂砂になる量自体を減らせるであろうということです。つまり、漂砂量係数自体を低減できるということは養浜の寿命を制御することにつながると考えました。また、特に養浜初期において生じる profile adjustment による砂流出を制御できるのではないかと考えています。

討議者 武若聡（筑波大学）

質疑

実験結果に着目すると，bar あるいは berm のように新たに砂が堆積した位置での締めり度が実験前に締め固めた状況よりも高まっている理由を教えてください．

回答

自然成型のもの，中程度締めたもの，そして，非常に締め固めた 3 種類の砂浜で実験を行っていますが，bar や berm の締めり度は最もよく締め固めた砂浜の初期締めり度程度になっています．したがって，実際施工をするような場合には bar 等の締めり度程度を一種の目安にすればよいのかもしれない．質問の主旨は，自然海浜模型で波を作用させると何故 bar や berm が締まるのかということですが，波による水締め効果をもっとも顕著に現れるのではないかと程度のことでしか現状では答えられません．力学機構については筆者が未だ正確に理解しているとはいえません．

論文番号 147

著者名 平石哲也，北山斉，佐藤恒夫，中野嘉和，大音満，斎藤亮一，坂井隆行，岩垣雄一

論文題目 小型潜堤による海浜安定工法の現地適用性について

討議者 榎木 亨（大阪産業大学）

質疑

潜堤上の屈折による波の収れん etc が生じないか．

潜堤上の砕波は生じないか？

論文番号 150

著者名 東江隆夫，伊藤一教，織田幸伸，灘岡和夫

論文題目 平面波浪場の越波特性と算定法

討議者 横木（茨城大学）

質疑

- 1) 伝達波の各周波成分波の方向集中度は異なるのでしょうかそれとも同じなのでしょうか
- 2) 越波直後の水塊（あるいは水面）の挙動は，非線形性が強く，それゆえに伝達波の周波数成分のエネルギーが決定するものと考えられますが，ご研究の中で使用されている Boussinesq 方程式はこの現象を再現しているのでしょうか

回答

- 1) 伝達波の方向集中度と入射波の方向集中度と比較すれば，これは異なると思います．ただし，これは越波量に依存します．
- 2) Boussinesq 方程式そのものの適用範囲があるように，条件によって再現できる場合とできない場合があると考えます．少なくとも，2次元実験（海岸工学第 44 巻(1997)）で示した条件では，良く再現しています．波浪そのものの条件，越波量によって Boussinesq 方程式が再現できる範囲が決定されてくると考えます．

**論文番号 151**

著者名 富田孝史, 河合尚男, 平石哲也, 朝信英明, 松葉秀樹, 海原敏明

論文題目 複合断面消波護岸の越波特性

討議者 小竹康夫(東洋建設 鳴尾研究所)

**質疑**

小段を設けることで碎波が作用した場合,水深等の変化により衝撃的波力が作用するなど,天端面など構造物への波力の影響を検討されていたら教えて下さい。

**回答**

今回の実験では護岸に作用する波圧や波力を計測しておりません。しかし,実験の様子を見ている限り,小段長が短い場合には碎波した水塊が護岸パラペット部に直接作用する場合もあり,そのようなときには衝撃碎波力が生じていると思われる。

討議者 半沢稔(テトラ)

**質疑**

小段の高さについて検討されているでしょうか?小段の高さが越波に及ぼす影響は如何でしょうか?もし検討されているものがあれば教えていただきたい。

**回答**

今回の実験では,小段上の水深を変化させていません。今後,その水深を変化させた実験を行いたいと思っています。

討議者 勝井秀博(大成建設 技術研究所)

**質疑**

- 1) 2次元実験のデータでは小段の長いq44が最も優れていた。しかし,平面実験では,波が斜めに入ると見かけ上小段幅は増加する。にもかかわらずq44の越波量が増加した。この原因として水理的な現象の観察などを示して欲しい。
- 2) 風の影響として,随分昔に(富永先生のデータと思うが)重複型越波は風により抑制される結果が示されていたと記憶する。これに付随する現象面での観察などあれば教えて欲しい。

**回答**

- 1) ご指摘のような現象がなぜ生じたのかについては,はっきり言ってまだよく分かりません。現象の観察によると,小段付きの護岸の方で越波量が増大したのは護岸の全面ではなく局所的で,護岸隅角部からの回折波により波高が増大する箇所に近い場所でした。このことから,断面実験には考慮されない水域内に配置した構造物からの回折波や反射波の影響が一つの要因であると考えています。
- 2) 今回の風を考慮した実験データは,本論にも記述しましたが井上らの実験(海講,1992,1993)とほぼ同様な傾向を示しています。実験の観察によると,大きな水塊に対しては風の影響はほとんど無く,碎波などで飛散した小さな水塊に対して風は影響を及ぼすというのが基本的な現象でした。小段4列の場合には小段上で碎波するので,それによって飛散した水塊は風により前方に押し出されるが,小段よりも上にある消波工にぶつかってしまうために護岸パラペットを乗り越える水量がさらに少なくなる。このため,長い小段がある場合に越波量が減少したと考えています。

**論文番号 152**

著者名 木村克俊, 早川哲也, 高橋重雄, 下迫健一郎, H.Oumeraci

論文題目 消波型高基混成堤の越波特性に関する大型模型実験

討議者 橋村隆介(熊本工業大学工学部土木工学科)

**質疑**

- 1) スリット幅が越波に及ぼす影響について検討しているか。
- 2) 大型実験での水塊と飛沫の傾向は,小型実験の場合とどう違うか。また,現地ではどのような状況になると考えられるか。

**回答**

- 1) スリット型直立部の形状が水理特性に及ぼす影響については,参考文献に示した高橋ら(1997)の論文において検討を行っております。スリット開口率を20%と30%とした場合の越波流量を検討していますが,両者に大きな差がありませんでした。
- 2) 追加実験を行って縮尺1:4と1:13の結果を比較しましたが,水塊の打ち上げ特性には大きな差がありませんでした。

た。飛沫については、本文中に示しましたように小型実験では飛沫の打ち上げ高さを過少評価する危険があります。実規模の越波現象は縮尺 1:4 の実験結果にかなり近いと推定しております。当該構造形式については現地施工を計画中ですので、将来は越波状況に関する現地観測を行って、縮尺効果について検討したいと考えております。

**論文番号 154**

著者名 佐藤慎司，河野龍男，諸田勇，桜庭雅明，加藤俊夫

論文題目 駿河海岸における台風来襲時の波浪特性と越波実態

討議者 田中茂信（(財)国土開発センター）

**質疑**

図-9 の上部の示されていない部分の値はどうなっているのか

このように周波数に敏感な増幅率を用いて、打ち上げ高を求めることは適当ではないと思われるが、いかがか。(なぜならば、卓越周期は平均的な代表値であり、個々の長周期波はこの値のまわりにばらついているはずである.)

**回答**

(・～・含めて)図-9 に示されて部分については限りなく無限大の領域にいくものとなっています。確かに周波数に敏感な増幅率を用いることは妥当では無いかもしれませんが、今回の検討は増幅性のある程度見るだけにとどめることを目的としており、数字そのものには大きな意味はありません。台風 9720 号の影響による長周期波が越波を引き起こすかどうかを線形理論の仮定で検討したものに過ぎません。

討議者 合田良実（横浜国立大学）

**質疑**

- 1) 長周期波の増幅率を求められるのに、特定周波数ではなく、スペクトル計算をやって頂けるとよろしかったと思います。
- 2) 長周期波で越波浸水を説明されたとすると、越波が長周期波の 1/2 周期くらい継続したことになりますが、現地の越波状況はどのようであったでしょうか。

**回答**

- 1) 確におっしゃるとおりであると思います。このような問題である場合は非線形性を考慮する必要があると思いますが、今回は何か一つの仮定を設けて結果を考察したかったので特定周波数で検討しました。
- 2) 台風 9720 号では、現地で直接観測をしなかったため継続時間を特定することが出来ませんでした。因みに論文にも掲載した台風 9805 号については越波の継続はほとんどありません。これは、9805 号時の潮位が低く、長周期波と潮位の両方に起因した越波が起きなかったためであると考えます。

討議者 山本吉道（(株)アイ・エヌ・エー・海岸部）

**質疑**

波浪に対する長周期波の重要性を指摘されていますので、賛同者として詳細にお伺いします。

各所海岸での実測データ(日大の久保田、鹿児島大の西、業務上の観測データ、etc)を調べると、破波水深からそよ波までの平均海岸勾配( $\tan \theta$ )が 1/20 より急であると、波群と破波帯内の長周期波が逆位相になっている場合が多く、1/20 より緩いと波群と破波帯内の長周期波が同位相になっています。そこで、1994 年の ICCE で発表したように、破波点の変動で発生する自由長周期波(その発生メカニズムから波群と同位相)が平均海底勾配の緩いほど発達し易くなるから、そのようなのだと考えています。

そして、規則波の打上高は平均勾配が緩くなるほど、小さくなることと統合して考えると、平均海底勾配が 1/20 より緩くなれば、長周期波は最大越波量を増加させる方向へ影響すると考えられます。

駿河海岸の事例、その他、土研さんで把握されている事例は、上記考えと整合しているでしょうか？お教え下さい。

**回答**

上記考えと整合しているかどうかは、現在の所検討しておりませんが、越波が発生した当海岸の海底勾配は全面で 1/15 程度となっています。この内容に関しては今後検討をしてみます。

**論文番号 155**

著者名 宇津野秀夫，片岡保人，市川靖生，榊原健男，入江功

論文題目 伝達行列を用いた消波工の消波性能の検討

訂正

772 ページ左欄の中段

連続式(13)を変形して、

連続式(12)を変形して、

$$u = -\frac{\lambda}{h} \int \frac{\partial \eta}{\partial t} dt \quad \rightarrow \quad u = -\frac{\lambda}{h} \int \frac{\partial \eta}{\partial t} dx$$

討議者 合田良美 (横浜国大)

質疑

この研究は微小振幅長波を対象としておられますが、浅海表面波の場合にどのように修正されるのか、お教え下さい。

回答

- 1) 水路の伝達行列は、微小振幅波だけを仮定しており、長波・浅海波を問わず成立します。
- 2) 透水層型消波工の伝達行列は、文献\*1 を参考に微小振幅長波を仮定して導出しています。

浅海波に拡張する場合、複素波数  $\tilde{k}$  と複素波速  $\tilde{C}$  の定義式(16),(17)、および特性インピーダンス  $\tilde{Z}$  の定義式(25)の前半部を修正する必要があると思われます。式の導出は、今後の研究課題とさせていただきます。

$$\tilde{k} = \sigma \sqrt{\frac{\tau - jf}{gh}}, \quad \tilde{C} = \frac{\sigma}{\tilde{k}} = \sqrt{\frac{gh}{\tau - jf}} \quad \dots(16),(17)$$

$$\tilde{Z} = \frac{\tilde{k}h}{\lambda\sigma} \quad \dots(25)$$

3) 複素波数  $\tilde{k}$  と特性インピーダンス  $\tilde{Z}$  は、式(24),(25)を用いて実験的に同定します。式(16),(17)式の根号内の慣性係数  $\tau$  や抵抗係数  $f$  の値を使用する訳ではないため、長波・浅海波の分類に関係無く決定できます。

$$\cos \tilde{k}B = \frac{u_b \eta_b + u_a \eta_a}{u_b \eta_a + u_a \eta_b} \quad \dots(24)$$

$$\tilde{Z} = \sqrt{\frac{\eta_a^2 - \eta_b^2}{u_a^2 - u_b^2}} \quad \dots(25)$$

文献\*1 近藤俊郎・竹田英章(1983), 消波構造物, 森北出版, pp.70-114

論文番号 157

著者名 姜閔求, 高橋重雄, 高野忠志

論文題目 液状化した砂地盤の締め固まりと波の減衰について  
- 液状化消波システムの実用化に関する研究 -

討議者 勝井秀博 (大成建設 (株) 技術研究所)

質疑

液状化した場合、砂がゆるみ、その結果洗掘抵抗が減少する。海底の流れによって洗掘したり、砂地盤が長期的に目減りする懸念はないか？

回答

一般的に波や流れ場によって砂粒子が移動したり巻き上がったたりして地盤が洗掘されます。しかし、液状化した地盤は重たい液状となるため、地盤自体が常に水平になろうとし、かえって移動しにくくなる傾向があります。もちろん、長

期的には砂粒子の質量輸送によって砂の目減りは多少あると思われます .これについては今後大型実験等を通じてさらに検討していく予定であります .

論文番号 160

著者名 中村孝幸, 神野充輝, 西川嘉明, 小野塚孝

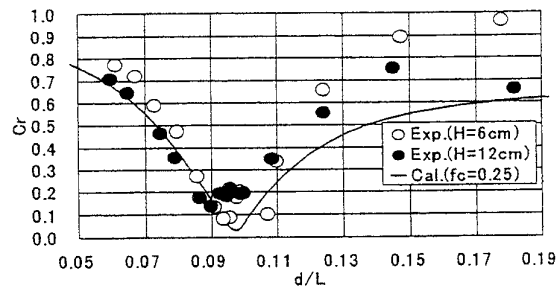
論文題目 渦流れの増大現象を利用した垂下板式の反射波低減工について

討議者 斎藤武久(金沢大学)

訂正

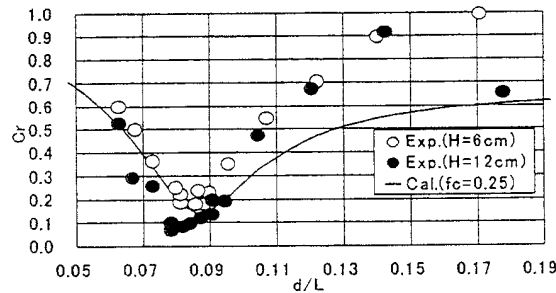
図の差し替え,

p 797. 図-3 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=21\text{cm}, d=21\text{cm}$ )



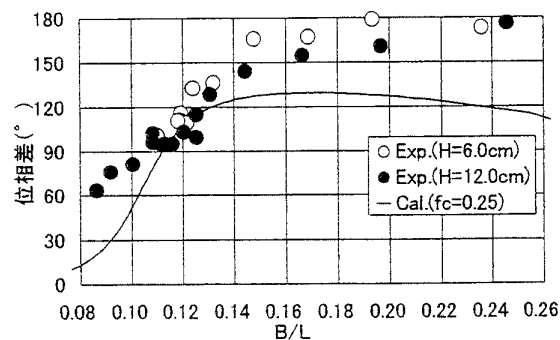
160-3 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=21\text{cm}, d=21\text{cm}$ )

図-4 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )



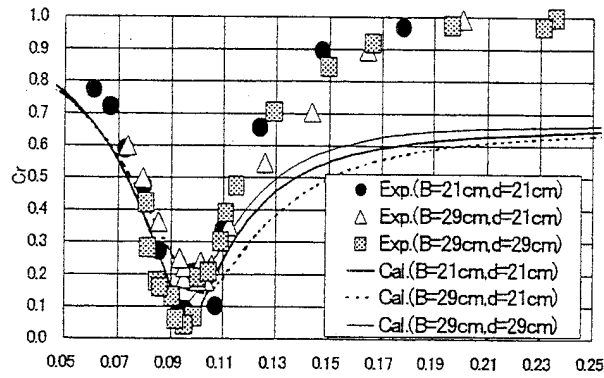
160-4 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )

図-5 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )



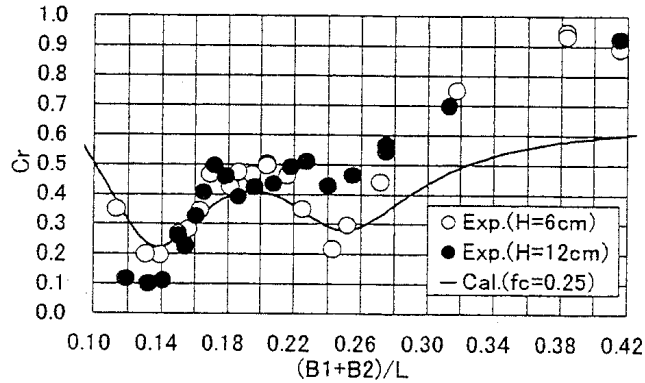
160-5 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )

図-6 単一垂下板式のとき反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=29\text{cm}$ )



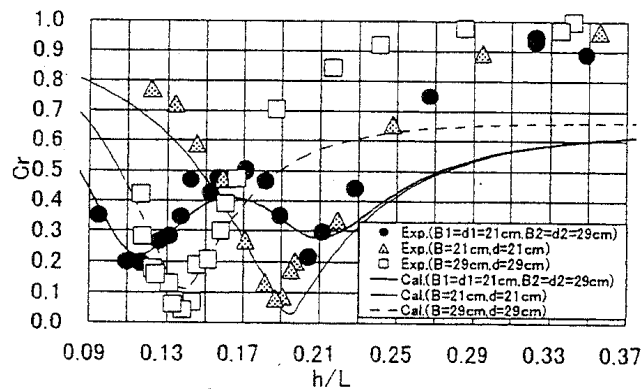
160-6 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=29\text{cm}$ )

p.798, 図-7 遊水室内平均波高の周期による変化



160-7 遊水室内平均波高の周期による変化

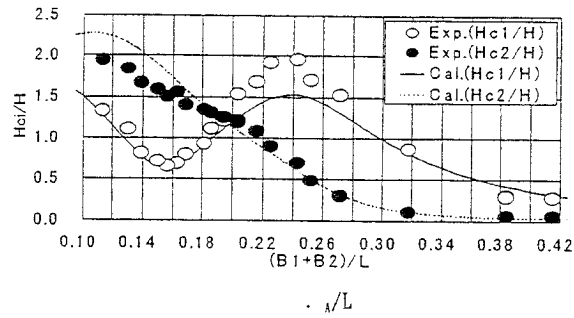
図-8 垂下板前後面での水面変動の位相差



160-8 垂下板前後面での水面変動の位相差



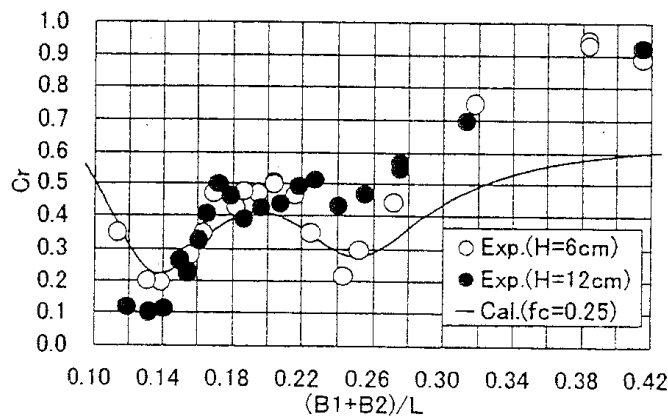
p.799, 図-9 新しいパラメータ,  $a/L$  による反射率  $Cr$  の変化 ( $H=6\text{cm}$ )



160-9 新しいパラメータ,  $a/L$  による反射率  $Cr$  の変化 ( $H=6\text{cm}$ )

図-10 二重式構造のときの反射率  $Cr$

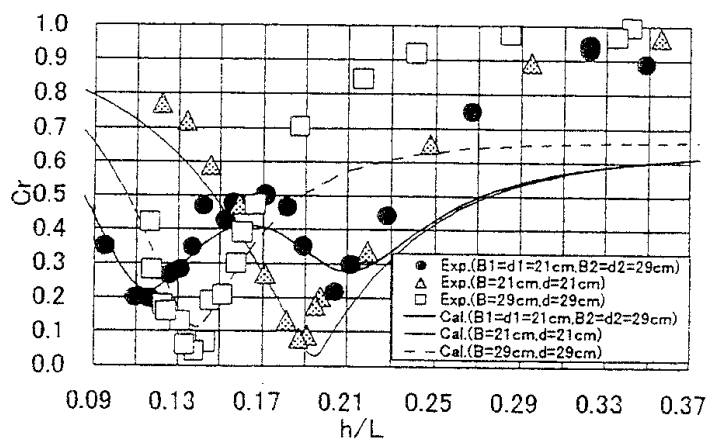
( $B_1 = d_1 = 21\text{cm}$ ,  $B_2 = d_2 = 29\text{cm}$ )



160-10 二重式構造のときの反射率  $Cr$

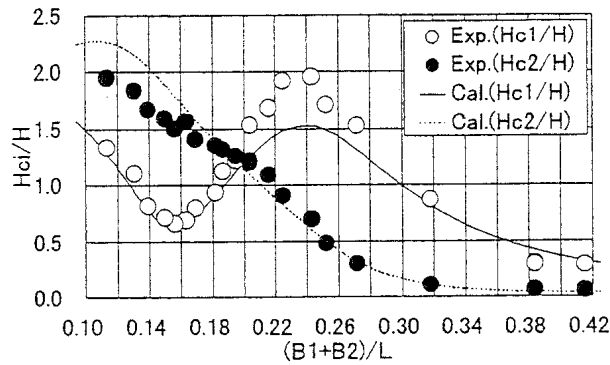
( $B_1 = d_1 = 21\text{cm}$ ,  $B_2 = d_2 = 29\text{cm}$ )

図-11 反射率  $Cr$  の比較 ( $H=6\text{cm}$ )



160-11 反射率  $Cr$  の比較 ( $H=6\text{cm}$ )

図-12 遊水室内平均波高の周期による変化 (H=6cm)



160-12 遊水室内平均波高の周期による変化 (H=6cm)

討議者 齋藤武久 (金沢大学)

質疑1.

垂下板による反射波の低減機構(単一板の場合)について

- a) 垂下板前面 ( $B/L > 0.12$ ) および遊水室 ( $B/L < 0.12$ ) におけるはく離渦の発生
- b) 遊水室内の波高増大 ( $B/L$ の減少に伴い増大)
- c) 垂下板前後での水位変動の位相差に關係する渦流れの増大

が項目として挙げられています。この際、a)のような渦の形成パターンの発生と、b)および c)の現象との因果關係についてご説明願えませんか。よろしくお願ひします。

回答

反射波低減機構の各現象の順番としましては、下図のように、

遊水室内で波面形状がほぼ平坦なピストンモードの波浪共振の発生

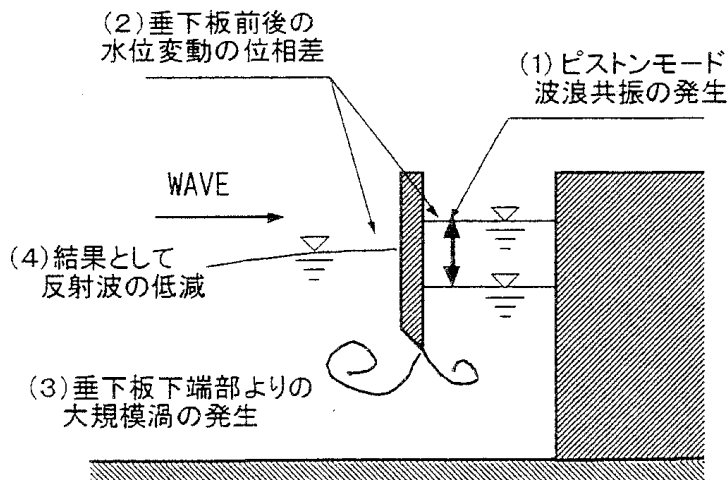
垂下板前後での水位変動の位相差の発生

垂下板下端部よりの大規模渦の形成

その結果として、反射波エネルギーを効果的に逸散という順で起こっています。

『 160 13 反射波の低減機構 』

『 160.13 反射波の低減機構 』



詳しく述べますと、 のように、板前後での水位変動は、周期条件によって異なる位相差が生じます（長周期になるにつれて $0^\circ$ に近づく）。また、 のように遊水室内での水位変動は長周期になるにつれて増大します。

の渦の形成パターンは $B/L$ の条件により次のように変化します。なお、遊水室側に形成される渦流れを順流時の渦流れ、それとは逆に入射波方向の反対側に形成される渦流れを逆流時の渦流れと定義します。

$B/L$ (0.2程度)の小さな短周期側では、逆流時のみに小さな渦が形成され、反射率の極小となる $B/L$ (0.12付近)では、順流時、逆流時ともに大規模な渦が形成されます。そして、 $B/L$ が大きくなるにつれて、順流時の渦流れが顕著に確認できるようになり、逆流時の渦流れは、規模は大きいものの渦強度が小さくなります。

質疑2.

垂下板前面および遊水室に形成される渦の循環量の時間変化について検討してありましたら、お教え願います（単一板の場合）

回答

残念ながら検討しておりません。

質疑3.

（単一板の場合） $B/L$ すべての実験範囲において垂下板前面は安定した部分重複波の腹になっていましたか。前面への波の遡上に伴ったような乱れはみられませんでしたか。

回答

入射波高の条件によって変わります。 $H/h=0.29$ 程度の条件では、安定した部分重複波の腹になっていました。しかし、 $H/h=0.48$ 程度では、垂下板前面へ波が遡上するため板前面の波面形状は多少乱れていました。

#### 論文番号 162

著者名 田中厚至，長岡裕，原恒司

論文題目 往復流下における柔軟な植生周りの流れに関する研究

討議者 倉田克彦（東洋建設（株）鳴尾研究所）

質疑

実験では疑似植生としてシリコンチューブを用いているが、弾性係数が異なるものを用いた場合、結果はどのようになるか。

回答

シリコンチューブの他、弾性の異なるアクリルパイプとラバーチューブでも実験を行いました。現段階では波動エネルギーから乱れエネルギーへの転換率に関して弾性係数による明確な違いは得られていません。乱れエネルギーの発生する水深に植生の弾性による違いが見られ、これは、疑似植生の揺動時における植生先端位置の違いによるものと考えています。今後も検討を続けたいと思います。

#### 論文番号 164

著者名 高橋重雄，木村克俊，下迫健一郎，鈴木高二郎，五明美智男

論文題目 ケーソン式混成堤の主要な被災パターンについて

討議者 五十嵐あずさ（㈱テトラ 技術部）

質疑

被災形態の予測が確立され、被災後の対処方法等は、既に多数提案されている、と言うお話でしたが、今後、実際の設計において、どの程度まで施工の被災を予測し、設計に反映させていくお考えでしょうか

回答

被災形態のうち、滑動や転倒、あるいは被覆ブロックの散乱等の破壊については、その予測方法が確立されつつあり、設計にも対策が取り入れられています。しかしながら、吸い出しや洗掘によるブロックの沈下などについては、残念ながらまだ検討が十分ではないと思います。今後さらに実規模の水理模型実験当を含めた研究を進める予定です。

討議者 小竹康雄（東洋建設（株）鳴尾研究所）

質疑

被災パターン図について、原因 被災のフロー図として作成されていますが、性能設計、信頼性設計を考えた場合その許容範囲はフロー図に組み込まれてくるものなのでしょうか。

## 回答

この図は、信頼性設計におけるフォールトツリーとは多少異なり、現況でどのような被災が発生しているかを理解してもらうためのもので、多くの設計者に注意を喚起する目的で作成したものです（単なるケーソンの滑動災害だけでなく種々の災害パターンがある）。

信頼性設計のフォールトツリーの作成は別途検討中ですが、その作成時には、それぞれの被災モードについて変形の許容範囲を検討する必要があると思います。

討議者 橋村隆介（熊本工業大学 工学部 土木工学科）

## 質疑

施工時の吸い出しの影響を考慮したケーソンの施工時期の選択を考えるような事が出てくるのでしょうか。

## 回答

消波ブロック被覆堤の場合、消波ブロックやマウンドの下の砂地盤が吸い出されてブロックが沈下することが、施工時によく見られます。ただし、これは施工時であるから見られるのではなく、吸い出し対策が十分ではないときには、完成後でも発生するものです。

これまでは、施工時にある程度沈下することを見込み、消波ブロックを二段階に分けて施工することも行われています（完成天端まで設置せず仮天端高さまで施工して多少沈下させて翌年にその分の補給を含めて完成天端まで設置する）。初期の沈下量は大きいのですが、ある程度沈下した場合にはその後の沈下量は大きくないために、この方法は有効です。ただし、マットやフィルター層による対策が十分であれば、吸い出しによる沈下は防ぐことができると考えられます。

## 論文番号 165

著者名 寺島貴志，宇佐美宣拓，佐伯浩

論文題目 多脚構造物に作用する鉛直方向氷荷重の野外実験とその評価

討議者 志村豊彦（東亜建設工業 技術研究所）

## 質疑

このような実験に関するスケール効果を教えて下さい。

## 回答

前報でご報告したとおり 構造物に作用する鉛直方向氷荷重は、氷盤の破壊形態により算定方法が異なります。ここで、氷盤の破壊形態は、凍着破壊と曲げ破壊に分類されます。凍着破壊は構造物と氷盤との界面において剥離が起こるもので、 $2a/h < 1$  ( $a$ : 構造物の半径,  $h$ : 氷厚)において急激に氷荷重が小さくなることを明らかにしております。一方、曲げ破壊時のスケール効果については明らかとなっております。

## 論文番号 166

著者名 竹中秀夫，西田穰，榊原弘，殿最浩司，佐藤広章

論文題目 現地観測結果を用いた波浪変形計算および波力の推定精度に関する研究

討議者 下迫健一郎（運輸省港湾技術研究所）

## 質疑

最高波高の推定精度について、 $H_{max}$  の値は計測時間（波数）によって統計的に変化するが、今回の検討ではどのように取り扱っているのか。

## 回答

本論文での最高波高  $H_{max}$  は、毎正時 20 分間の不規則波群の最大値を用いています。ご指摘のとおり、 $H_{max}$  は波数によって統計的に変化し、20 分間の最大値では波の周期によって扱う波数が異なることとなります。我々としても、そのことが気になっておりましたが、御坊発電所沖では毎正時 20 分間の観測ではなく、連続観測が実施されており、 $H_{max}$  の算定時の計測時間を 20 分間（論文にて報告）と 60 分間にしたものをを用いて  $H_{max}$  の推定精度を比較検討することができました。これは、統計的に問題のない波数を考慮して、60 分間の計測時間について検討したのですが、結果的には両者では、推定精度にほとんど差異はないことが確認できています。

## 論文番号 167

著者名 手賀夕紀子，小林信久，多田彰秀

論文題目 波と流れの共存場に設置された低天端高の捨石マウンド海岸構造物の安定性に関する研究

訂正

p.834 の第 1 コラムの上から 13～14 行目の「および  $P_r = 0.03, 0.04, \dots$ 」は「および  $r = 0.03, 0.04, \dots$ 」が正しい。

p.834 の第 1 コラムの上から 19 行目の「 $P_r$  に対して  $m$  が存在...」は「 $m$  に対して  $P_r$  が存在...」が正しい。

討議者 大野賢一（鳥取大学 総合情報処理センター）

質疑

- 1) 安定性実験において、波の作用時間が短いのではないのでしょうか？（安定性の実験を行う場合、通常 1,000 波以上作用させると思います。）
- 2) 捨石の移動の定義についてお教え下さい。

回答

- 1) 本実験は、まず波と流れの相互干渉下において捨石がどのような挙動を示すか、特に捨石の安定性およびその特性を中心に検討したものである。したがって、著者らは、本実験を波・流れ干渉下に設置された捨石マウンドの被災に関する詳細実験の準備段階の実験であると位置付けている。さらに、本論文で提案している解析手法の有効性を確認するための実験でもあった。なお、本論文の解析手法は個々の波を対象として解析を行っているため、作用する波が増加して 1,000 波になろうと同様に解析可能であることを追記する。
- 2) 捨石の中央粒径が約 5mm であったので、波・流れ干渉下で捨石が 10mm 以上動いた場合を本論文では「捨石の移動」と定義して目視観察した。

討議者 半沢稔（㈱テトラ）

質疑

今回の研究では、順流（ $0^\circ$ ）および逆流（ $180^\circ$ ）が対象とした 2 次元実験であるが、波と流れとの間に角度が存在する場合の検討（3 次元実験）はなされていますか？

回答

ご質問のような検討は行っていませんし、現在のところ、実施することも考えていません。

論文番号 168

著者名 伊藤一教, 東江隆夫, 織田伸幸, 勝井秀博, 和田憲治

論文題名 水底トンネル押し工法施工時の函体に働く流体力

討議者 無記名 (東亜建設工業(株)大阪支店)

質疑

研究では1万 数万TONの大型船舶を対象とした研究と思われます。実際に沈埋トンネルの施工においては、むしろ高速船等の小型船舶の方が航跡波が大きく、作業に影響を受けました。

そういった船舶の種類による影響を検討されておられるのでしたらお教え願いたい。

回答

本研究は航行船舶による流体力算定法の提案を目的としており、この算定法は船舶の種類や速度を考慮できるので、大型船舶を対象とした研究と限定したものではありません。ただ、算定法の妥当性を確認するために大型船舶模型を使用して実験をしているだけです。

航跡波の波高は、概ね船の長さの1/6乗に比例し、航行速度の1/2乗に比例します。よって、高速船等の小型船舶の方が航跡波が大きいです。本研究の航行船舶による流体力は、左図に示す航行船舶そのものによる流体力を対象としております。御指摘の航跡波は左図に示す縦波や横波と呼ばれるものをイメージされていると考えます。この航跡波による流体力は、波浪として取り扱い境界要素法によって波力として算出できます。

航行船舶による流体力に及ぼす船舶の種類の影響は、船の吃水が大きく、航行速度が早いほど流体力は大きくなります。また、特徴的なことは、船体の形状(断面変化)に流体力が依存します。

討議者 前野詩朗 (岡山大学 環境工学部 環境デザイン工学科)

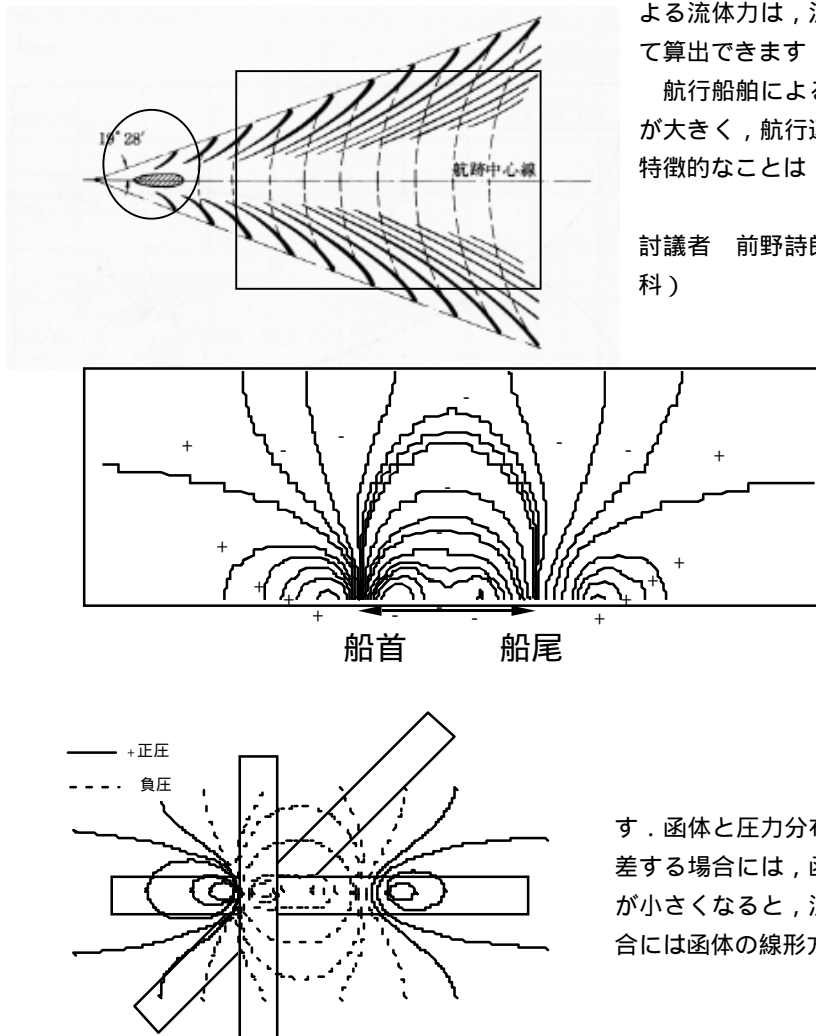
質疑

函体と船舶の角度が90度の場合を対象に函体に作用する流体力を算出していますが、この交差角が小さくなると流体力はどのようになりますか。

回答

添付図は3次元計算による海底面に作用する平面圧力分布の結果で、船体の片側半分を示しています。航行船舶が函体上を通過する際には、ほぼこの圧力分布が船の速度で通過すると解釈して頂ければ良いと思います。船首船尾前面で正圧、船体下で負圧になります。

函体と圧力分布の関係を下図に示した。函体と船舶が直角に交差する場合には、函体全体に揚力が作用します。函体と船舶の交差角が小さくなると、流体力は小さくなり、函体と船舶が同一方向の場合には函体の線形方向に揚力と押力が分布する。



本研究で提案した算定法は実務的な簡易法ですから、流体力が厳しい場合を対象に検討しましたが、この方法を用いれば函体と船舶の交差角も容易に考慮できます。

論文番号 169

著者名 石崎崇志, 荒木英二, 藤原隆一, 倉田克彦, 永田修一, 吉田尚史, 田中洋

論文題目 ケ-ソンの曳航・据付時の動揺および索張力

討議者 白石悟（運輸省 港湾技術研究所）

質疑

ケ - ソンの動揺量について Sway, Surge, Heave については加速度計の記録を二階積分して変位を求めているようであるが、とくに据付時において長周期成分の評価において誤差が生じているようなことは無かったか。

回答

誤差が生じているようなことは無かったと考えている。

討議者 森屋陽一（五洋建設 技術研究所）

質疑

短周期から長周期まで含んだ動揺量を評価する場合に、論文中の(1)式を用いると付加質量係数(A<sub>ij</sub>( ))や造波減衰力係数(B<sub>ij</sub>( ))の選び方によっては、正しく動揺量を評価できないと思う。今回の計算において使用したA<sub>ij</sub>( )とB<sub>ij</sub>( )を算出した周波数の値と、その値を選択した理由を教えてください。

回答

ケ - ソンの動揺量の計算における付加質量係数A<sub>ij</sub>( )と造波減衰力係数B<sub>ij</sub>( )の値は、特定の(単一の)周波数に対するものではない。

まず、広い周期帯(周波数帯)にわたってA<sub>ij</sub>( )およびB<sub>ij</sub>( )を計算しておき、それらの値を用いて波浪の入射角ごとにケ - ソンの動揺に関する周波数特性を求めておく。この周波数特性と入射波の周波数スペクトルならびに方向分散(方向スペクトル)からケ - ソンの動揺スペクトルを求め、得られたスペクトルからケ - ソンの動揺量(例えば有義動揺振幅)を計算した。このようにして求めた結果が図 - 11である。

このように、論文中の動揺量に関する計算の方法と結果は不規則波に対応したものであると言える。

## 論文番号 170

著者名 田端竹千穂, 八尋明彦, 播本一正, 相澤幹夫, 平石哲也, 永松宏一

論文題目 垂下型汚濁防止膜の係留力に関する模型実験

討議者 青木伸一(豊橋技術科学大学 建設工学系)

質疑

膜のたるませ方(Gap ratio)の影響は実験結果にどう現れたのか。また、その影響は係留力算定モデルにどのように反映されているのか?

回答

本研究では長さ20mの膜モデルを5基設置し、係留点間長を標準値とされている19.5mと現地展張条件に相当する18.5mの2条件に変化させて実験を行いました。膜のたわみ量は係留点間長によって変化することになりますが、実験条件とした係留点間長に有為な差がなかったことや、フロート群が非常にフレキシブルな構造であることから、発生する張力に大きな違いは現れませんでした。そのため、係留力算定モデルでは膜のたわみ度の項は設けておりませんが、フレキシブルな運動特性を質量係数Mの設定において評価しています。

討議者 白石悟(運輸省 港湾技術研究所 構造部)

質疑

張力算定モデルにおいて水粒子の運動によるフロートの最大水平速度U<sub>max</sub>を使って、エネルギーの釣り合いで最大張力を求めています。鉛直方向の運動が考慮されていません。一方、実験結果によれば、SwayやHeaveが最大になっているところで最大張力が発生しているようなので、これが図 - 11において計算値が実験値よりも約10~20%小さくなっていることの原因になっていないでしょうか?

回答

ご指摘のとおりであると思います。現在、現地海域において浮沈式と固定式の汚濁防止膜に作用する波・流れや係留力の観測を進めている所でありますので、今後の課題として鉛直方向の運動を考慮した係留力算定モデルについて評価検討していきたいと思っております。

討議者 安井章雄(太陽工業(株))

質疑

図 - 7 ~ 図 - 9における流速条件はいくらであるか?特に、図 - 9で流速が作用していれば、図 - 4に示された膜のふ

かれ変形の影響で張力比率が 1.0 付近に分布するのはその通りだと思うが、流速が 0 m/s で波だけが作用した場合は図 - 5, 6 で示されたとおりかなり大きい値になり、それで膜が受ける抗力がフロートの運動につながり、張力が作用するというように思われる。

回答

図 - 7 ~ 図 - 9 は汚濁防止膜の構造様式が係留力に及ぼす影響を調べた結果で、それぞれフロート径、膜重量、膜丈長について比較検討しています。これらはすべて波・流れ共存場における実験結果で、流速は 0.25m/s と 0.75m/s の 2 条件に変化させています。図 - 9 において張力比率が 1.0 付近に分布しているのは、ご指摘の通り膜のふかれ変形が影響しているものと考えられ、比較的大きな流速のために、すべての膜丈長条件において膜のふかれ変形後の有効高さがほぼ同じになるため、膜の受ける抗力に大きな違いが発生しなかったものと考えられます。

#### 論文番号 171

著者名 池野正明, 高橋健吾

論文題目 非線形境界要素法を用いた浮体の 3 次元有限振幅運動の解析法

討議者 大山巧 (清水建設 (株) 技術研究所)

質疑

速度ポテンシャルに関する境界積分方程式 (3) を時間で偏微分しても、内角やグリーン関数が時間の関数になるため、加速度ポテンシャルに関する式 (7) にはならないのではないですか。

回答

境界要素法では、速度ポテンシャルに関するラプラス方程式 (1・a) が成立するとして、これを直接解く代わりに、これと等価なグリーンの境界積分方程式 (3) を解いています。式 (1・a) を時間で偏微分すると、加速度ポテンシャルに関するラプラス方程式 (1・b) が成立します。そこで、これを直接解く代わりにこれと等価なグリーンの境界積分方程式 (7) を解くことにしました。結果として、式 (3) と式 (7) を比較してみますと、内角やグリーン関数および境界要素の空間形状等の幾何学的な条件は速度場と加速度場で同じものとして解法すれば良いことになり、グリーン関数マトリックスの計算が 1 回で済み 3 次元計算の効率化につながります。

討議者 合田良実 (横浜国立大学)

質疑

通常の浮体の運動方程式に比べて、浮体の運動方程式 (6) では、付加質量の項や造波抵抗の項が見られませんが、その理由をご説明ください。

回答

通常の線形波浪場を仮定した場合、速度ポテンシャルを入射波、固定浮体による回折散乱波、浮体の 6 自由度運動に対応した各々のラディエーション波に起因するポテンシャルの線形和として表現します。このため、これらを使って浮体の運動方程式 (6) を表現すると、ラディエーション波から得られる流体力のうち、浮体の運動加速度に比例する成分から付加質量が現れ、運動速度に比例する成分から造波抵抗が現れます。これに対し、本研究では、非線形波浪場を対象としていますので、これらの線形重ね合わせが成り立ちません。式 (6) 右辺のベルヌイ式の圧力項の中に含まれていることとなります。

#### 論文番号 172

著者名 藤畑定生, 秦禎勝, 中山晋一, 森屋陽一, 関本恒浩, 池野正明, 笹健児

論文題目 船体動揺計算における港内副振動の考慮方法と粘性減衰係数の評価

討議者 平石哲也 (運輸省 港湾技術研究所)

質疑

港内の長周期波をすべて副振動成分として取り扱っているが、直接、港口からバースへ向かう自由波を取り扱っているのか。

回答

船体動揺の外力としての長周期波は、Boussinesq 方程式の数値計算結果を用いて、船体重心位置での成分波の重ね合わせとして表した。具体的には、各成分の振幅および周波数については、船体重心位置での水位の周波数スペクトルをエネルギー等分割することにより評価し、各成分の波向については、周波数スペクトルのピークに対応する周波数帯の空間的な波高比分布の勾配により評価した。よって、エネルギー的に有意な成分について、長周期波を拘束波と自由波とに分



離せず、まとめて取り扱っていることになる。

ただし、エネルギー的に有意な長周期波成分は港内では重複波浪場になると考え、1つの周波数成分は相反する(180degズレた)波向の2成分波とし、同一周波数の2成分間の位相差は、護岸(反射面)と船体重心位置との距離により決定した。位相差を決定する際の長周期波の波速は、長周期波を自由波だと考えて評価している。

討議者 大山巧(清水建設(株) 技術研究所)

質疑

Surgeの実測結果では、 $f=0.008\text{Hz}$ 付近で大きなピークが現れているが、計算では再現されていない。波のスペクトル(図-3)では、この周波数でピークを持たないことから、Surgeの固有周期に対応しているのではないかと推測できる。このピークの物理的意味がわかれば教えてもらいたい。

回答

著者らの研究(海工論,第45巻,pp.306-310,図6,7)によれば、波のスペクトルでもP2地点の水位変動やP4地点でのN-S方向流速変動では、 $0.008\text{Hz}$ 付近にエネルギーのピークが見られる。また、これらの結果は、Boussinesq方程式の数値計算結果でも再現できている。

しかし、 $0.008\text{Hz}$ 付近のピークが船体重心位置での水位変動のパワースペクトルに現れなかったため、本手法では十分再現できなかったものと考えられる。この問題に対応するために、今後、船体動揺計算の外力評価に水位のみでなく、流速変動のパワースペクトルを用いた手法を考えていく予定である。

論文番号 173

著者名 白石悟,久保雅義,榊原繁樹,笹健児

論文題目 長周期船体動揺の数値計算による再現性に関する研究

討議者 合田良実(横浜国立大学)

質疑

事例3の動揺計算結果について、コンテナ埠頭の稼働率との関係も含めてご教示ください。

回答

一般的にコンテナ船の荷役許容動揺量は他船種に比べて小さいことが特徴的であり、このため論文中の事例3につきましては、外洋からの波浪の影響を受けるおそれのある場所にコンテナバースが計画されていますことから、長周期波を考慮して係留船舶の動揺計算を行った上で当該バースにおける稼働率についての検討を別途行っております。その結果によれば、目標とする年間稼働率97.5%が確保できるものと推定されています。

論文番号 174

著者名 大山巧,長谷部雅伸,古川忠稔,古田均

論文題目 最適制御理論に基づく複数連結浮体の動揺制御

討議者 池野正明(電力中央研究所)

質疑

制御力の働きについて、「物理的意味」を交えてわかりやすく説明してください。

回答

一般に、「制御」とは対象となる系に適切な操作を加え、目的に合うような系の状態を作り出すことです。これは、無制御状態の系の運動方程式に新たな項を追加すること、もしくは、その運動方程式中の項を操作していることに相当します。

本論では浮体構造物の動揺制御にフィードバック制御方式を適用しています。これは、対象となる構造物の状態量(各浮体各自由度の変位および速度)すなわち出力を感知しながら、制御対象に与える制御入力を決する方法です。具体的には、この制御入力はフィードバックゲインと浮体の状態量の積で表現され、制御装置に指令として送らることで力を発生させます。このときに制御装置から構造物に与えられる力が制御力であり、これによって対象となる構造物の運動を制御するわけです。なお、フィードバックゲインとは、制御システムの特性を決定づける重要な係数であり、本論では制御効果と制御装置(制御力)規模に関する評価関数を対象に、最小原理を適用して求めています。

**論文番号 176**

著者名 高村 浩彰, 増田 光一, 前田 久明, 別所 正利  
 論文題目 超大型浮体式海洋構造物における海震時の応答推定法に関する研究(第2報)  
 粗密波の伝播特性に関する考察  
 討議者 榎木亨(大阪産業大学)

**質疑**

メガフロートといった実証実験において, この論文の焦点となる応答変位の計測が行われているのか?

**回答**

地震観測時に, それらしい浮体の応答が観測されたが, 有意な応答ではなかった聞いている。

**論文番号 177**

著者名 藤池貴史, 木村克俊, 林忠志, 土井善和  
 論文題目 消波ブロック被覆堤の前面マウンド被覆材の耐波安定性  
 討議者 橋村隆介(熊本工業大学), 谷本勝利(埼玉大学)

**質疑**

無次元流速パラメーターを流速と揚圧力の傾向に基づいて決定していますが, 異なる次元のものをを用いた理由を説明して下さい。

**回答**

被覆ブロックは, まず上下面の圧力差によって浮動し, その後の流れによって回転し被災する傾向があります。波力測定用のブロックは固定されているため, ブロック浮上後の作用波力は調べることができません。このためブロックを回転させる外力を流速の2乗に比例する抗力と仮定して, とりあえず流速と揚圧力との関係を調べました。

こうした作用波力の傾向は安定実験結果とおおむね一致していますが, ブロックの被災メカニズムを定量的に説明するには至っておりません。今後さらに検討を進める予定です。

討議者 松本朗(株テトラ)

**質疑**

提案された算定法は $h'/h$ がどの程度の条件まで適用できるかを教えて下さい。

**回答**

今回の安定実験では,  $h'/h$ が0.26~0.67の範囲に対して検討を行い, 提案した算定法の適用性を確認しております。

現地では $h'/h$ が0.6程度となる条件が一般的ですので, 今後, 施工事例の追跡調査を行って, 算定法の妥当性を確認していきたいと考えています。

また, 環境面やコスト縮減の要請が高い場合には, 高いマウンドを有する構造が採用される可能性があると思います。今後は, こうした条件に対するマウンド被覆材の耐波安定性についても検討する予定です。

**論文番号 178**

著者名 柳青魯, 金憲泰, 孫柄奎, 李泰煥  
 論文題目 捨石護岸の断面的・平面的安定性と水理特性  
 討論者 田中茂信(国土開発技術研究センター)

**質疑**

TTPが道路に飛んで落ちたという記述があるがブロックの足は壊れていなかったかどうか。日本でも富山などで, 周期の長い波でブロックが背後のコンクリート面に壊れるずに落ちている事例がある。

**論文番号 179**

著者名 岩瀬浩二, 池谷毅, 安部鐘一, 白川部秀基, 天野英樹  
 論文題目 天端被覆ブロック護岸の設計法に関する研究  
 討議者 長船徹(東電設計(株) 原子力土木部)

**質疑**

従来の消波ブロック被覆堤に対するコストダウン率は?  
 また, どんな水深においてもコストダウンができるのか?

## 回答

水深や波浪条件によっても変わって来るとは思いますが、モデル地点のコスト試算の結果、消波ブロック量を10%、ケーソン体積を20%それぞれ低減することができました。

水深が4.5mの浅い海域ではコストの低減効果は少ないと思われませんが、通常の消波ブロック被覆ケーソン護岸が使用される水深の海域ならば、コスト縮減効果はあると考えます。

討議者 熊本工業大学 土木

## 質疑

護岸天端上の利用面について、従来のものに比べ不都合は生じませんか？

## 回答

従来の消波護岸はケーソン天端を道路などに利用している場合が多いと思われます。しかし、防波護岸などは、海域を埋め立てて構築されることが多いため、通常の埋立面積から考えれば、ケーソン天端の面積は非常に小さいと見なされるため、大きな障害にはならないと考えます。

## 論文番号 180

著者名 福島雅紀, 山本幸次, 佐藤慎司, 山本吉道

論文題目 低天端離岸堤の被覆ブロック被災機構に関する研究

討議者 不明

## 質疑

- 1) 堤体設置位置を設置水深ではなく、汀線位置からの距離(4.5m)で決定したのはどうしてか？
- 2) 透過率において、堤体岸側での波高を沖波波高ないしは堤体直前の波高で無次元化するのではなく、堤体のない状態での波高で無次元化している理由は？また、その場合の利点と欠点は？
- 3) ブロックの回転する条件で、天端沖側と岸側では回転運動の支点が異なるということですが、発表中にも言っていたようにブロック同士に十分な隙間があるなら、沖側も岸側も条件は同じで、共に支点はブロックの岸側下部になってしまわないでしょうか？

## 回答

- 1) 本文中の記述では、汀線位置からの距離で堤体設置位置を記述していますが、実際は設置水深で決定しました。海底勾配が分かっていますので、汀線位置からの距離で設置水深は決定されます。設置水深の値ですが、従来の離岸堤が主に設置されてきた水深を参考に決定しました(現地換算=4.5m)。
- 2) 透過率の定義からすると、質疑の中で言われているような方法で計算すべきです。その意味からすると、ここで透過率という言葉を使うべきではなかったかもしれません(欠点)。本論文中でこのような定義を用いた理由ですが、構造物を設置したことによる波高の減衰効果を調べたかったからです。つまり、構造物設置前に岸まで到達していた波高が、構造物を設置することによってどの程度低減したかが明らかになります(利点)。沖波や堤体前波高をこの場合の計算に用いたのでは、この効果を評価することはできませんでした。
- 3) もともと、天端沖側と岸側とで流体力の作用の仕方が異なるのではないかとこの質問に対して、ブロック同士に十分な隙間があることを理由に同様な流体力が作用すると説明いたしました。天端沖側と岸側とでほぼ同様な流体力が作用していたことは分力計の測定値から明らかですが、その理由に関しては適切でなかったと考えています。正しい理由ですが、天端岸側のブロックがその沖側にあるブロックにより直接流体力を受けないのと同様に、天端沖側のブロックも表のり面のり肩のブロックにより直接流体力を受けない状態であったと考えています。したがって、質疑で言われるほど隙間が広がったわけではなく、天端沖側と岸側のブロックが回転するときの支点は論文で示しましたように異なっていたと言えます。

## 論文番号 181

著者名 荒木進歩, 藤原由康, 出口一郎

論文題目 確率論的手法を用いた人工リーフ被覆石の安定性の検討

## 訂正

図-7の凡例中にある周期の無次元量に間違いがあり、 $T/\sqrt{gD_{50}}$ ではなく $T\sqrt{g/D_{50}}$ が正しい。

討議者 半沢稔(株)テトラ)

質疑

抵抗係数のばらつきの影響が大ということですが、実際にはどの程度を考えたらいいのでしょうか？ 実験 現地への適用はどう考えたらいいのでしょうか？

回答

今回は、抵抗係数と捨石粒径の2つを確率変数としたときの移動確率を実験室スケールで検討したものであり、現地への適用については具体的には考えておりませんでした。ただ、計算モデルの一つである三球体モデルにおいて、論文中に記した方法により、純粋な摩擦係数(かみ合わせの効果を含まない、静止転がり摩擦係数)の平均値は0.43、標準偏差は0.145と算定されました。したがって、かみ合わせの効果も含めた抵抗係数の平均値が1.45、標準偏差が0.487であることから、抵抗係数のばらつきを抑えるためには、かみ合わせの効果のばらつきを抑えることが効果が大きいと考えられます。具体的には、個々の被覆材の大きさ・形状を整える、材質をできるだけ均一にする、などが挙げられると思います。

論文番号 182

著者名 朝倉良介, 池谷毅, 岩瀬浩二

論文題目 潜堤被覆材の所要重量算定に関する実験的研究

討議者 不明

質疑

3.2 被覆材の被害状況のところでも水路の両側2列を側壁と消波ブロックの摩擦による影響を考慮して取り除いたとしてありましたが、ブロック同士の噛み合わせ・摩擦等の関係から両側2列のブロックが移動することで、それに隣接する、その両側2列より内側のブロックも連鎖的に移動する。つまり移動しやすくなってしまわないでしょうか？教えていただけるとうれしいです。

回答

図-7を見ると側壁に接したブロックが1個置きに移動しています。しかしその両側のものは移動をしていません。これよりブロックの移動が連鎖的に発生しているとは言えないと思います。

討議者 水流正人(五洋建設(株)技術研究所)

質疑

リーフの実験を断面実験で実施されておりますが、実際の現地では沿岸方向に有限な長さを有しているため、特に水位上昇量について実際と異なることが予想されます。得られた成果をスケールアップするに当たって、被覆材の所要重量や被害率に対して、両者の違いをどのように解釈すればよいのでしょうか。

回答

ご指摘の通り、図-2に示すように実験は断面2次元で行っているため、3次元の場合に比べて水位上昇量が過大になります。しかし法肩では断面2次元実験でも水位上昇が発生していません。さらに図-7に示すように被害は法肩に集中しています。これより、スケールアップをしても所要重量や被害率を評価しても大きな問題にはならないと考えられます。

討議者 半沢稔((株)テトラ)

質疑

安定性評価式の中に今回は被害率  $D(\%)$  を被害の程度を表すパラメータとして取り込んでいます。例えば van der Meer が消波ブロックに対して定義した被災度  $N_0$ (延長方向のブロック代表径  $(D_n = V^{1/3})$  あたりの被害個数  $N_0$ ) etc の検討をされているようでしたら、その結果を教えてください。

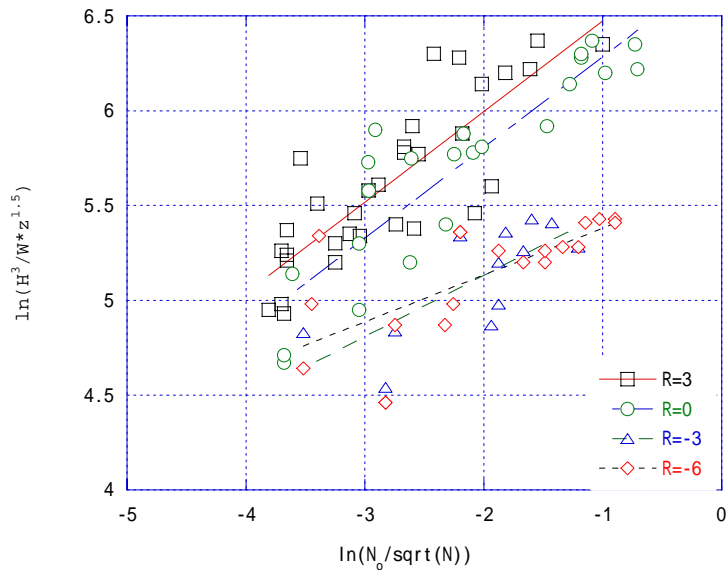
回答

被災度  $N_0$ (代表径幅当たりの被害個数)と被害率  $D(\%)$ の関係は、代表径幅当たりのブロックの個数を  $N_d$  とすると  $N_0 = D \times N_d$  となります。式(6)にこれらの関係を代入すると以下のような式になります。

$$\ln\left(\frac{H^{3/3}}{W} \xi^{1.5}\right) = \beta \cdot \left\{ \ln\left(N_0 / \sqrt{N}\right) - \ln(N_d) \right\} + \ln \alpha + \ln f(S_r)$$

天端水深別にプロットしたものを「182-12」に示します。

傾向としては図-10 とほとんど変わらず、 $\beta = 0.4$  程度となります。



1 8 2 - 1 2 被災度  $N_0$  を使用した場合

**論文番号 1 8 3**

著者名 大野賢一, 松見吉晴, 木村 晃  
 論文題目 多方向不規則波における堤頭部被覆材の安定重量に関する研究  
 討議者 松本朗 ((株)テトラ 環境事業本部 技術部)  
 質疑

実験条件として  $S_{max}=5, 10$  はあまり現実的ではないような気がしますが。(方向分散性が過大)  
 防波堤の計画地点であれば  $S_{max}=25$  or  $50$  or  $75$  での検討をしていれば、教えてください。

回答

本研究は、防波堤堤頭部における波の方向分散性の影響について多方向不規則波浪場と一方向不規則波浪場を比較し、被覆材の安定性に関して検討したものであります。そのため、波の方向分散性の影響がより顕著に現れる条件で実験を行うため、現実的な  $S_{max}$  値よりも波の方向分散性の大きい  $S_{max}=5$  を採用しました。また、 $S_{max}=20$  を用いた実験も行いましたが  $S_{max}=5$  の場合と同じような傾向を示していました。

**論文番号 1 8 4**

著者名 阿部光信, 興野俊也, 長舩徹, 貝沼憲男  
 論文題目 防波堤の信頼性設計法における時化のモデル化について  
 討議者 下迫健一郎 (運輸省港湾技術研究所)  
 質疑

- 1) 図 - 7の横軸(観測データによる滑動量)の定義を説明してください。
- 2) 図 - 9のシミュレーション結果において、提案モデルによる滑動量の計算では極大波高の継続時間を2時間としているが、この方法だと提案されている三角形モデルではなく実際には矩形モデルになってしまい、滑動量を過大に計算してしまうのではないか。

回答

- 1) 図 - 7での観測データとは、表 - 1に示した3地点の実測波浪観測データのうち、極大波高が5.0m以上の高波浪19ケースのデータです。各観測データは2時間ごとの有義波高の経時変化が得られています(添付図184-1の細線)。図 - 7横軸の観測データによる滑動量は、各観測データの2時間ごとの有義波高値そのものを用いて、これが2時間継続するものとして谷本ら(1996)の滑動量算定モデルで滑動量を計算し、これを高波浪の継続時間中で集計したものです。この計算では、各時刻の有義波高値は2時間継続するものと仮定しており、また滑動量算定に係わる各種計算

条件も全て確定値としています。

- 2) 今回の時化モデルの検討の前提として、波浪観測データ等で観測される2時間ごとの波浪諸元はその前後1時間の波浪の平均的な諸元を与えるものとしています。すなわち、モデル化における定式化では添付図 184-1 の太実線のとおりとなりますが、実際の扱いは棒グラフで示したように、2時間ごとの有義波高値はその前後1時間、計2時間継続するものと仮定しています。

たしかに、ご指摘のように極大波高だけをとりえて、時化モデルと称した太実線の三角形と実際に計算する2時間の継続時間を持った棒グラフとを比較すると、棒グラフの方が滑動量を大きめに評価してしまいます。しかし、そもそもモデル化の考えが前述のように棒グラフのようなものを指向したものであるため、過大に評価しているとは考えていません。

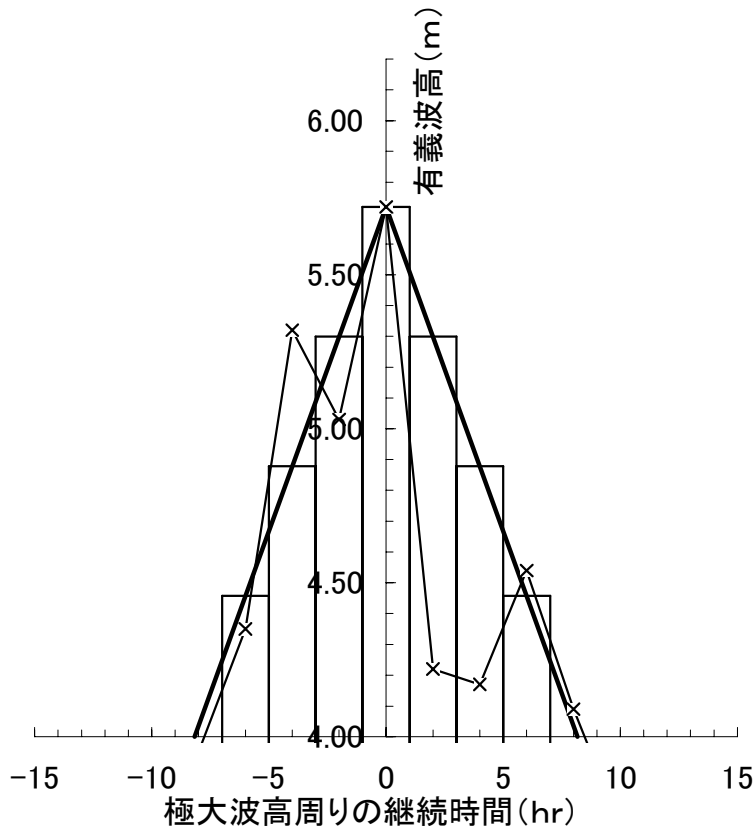


図 184 - 1 1 回の時化の有義波高の経時変化

論文番号 185

著者名 合田良実, 高木泰士

論文題目 信頼性設計におけるケーソン防波堤設計波高の再現期間の選定

討議者 高山知司 (京大 防災研)

質疑

- 1) 防波堤が被災したときの復旧費には、ケーソン下部の部分の修復費も含まれているのでしょうか。
- 2) 合理的再現期間の設定法あるいは設計フローについて説明をお願いします。

回答

- 1) 修復費は含まれていません。今回の検討では、期待総費用の最小値を求める考え方について四つのモデルを考えてみたもので、復旧費の絶対値については吟味していません。
- 2) 入力データとして、設計地点の毎年最大有義波高の極値分布を使用します。わが国の波高極値分布の解析事例のように極大値資料に対する分布が得られているときには、式(2)で毎年最大値に対する分布関数に変換します。

次に設計計算波高を少しずつ変化させ、滑動安全率 1.0 に対する所要堤体幅を在来方式で計算します。その断面について、所要の供用期間に対する被災確率、期待総費用、および期待滑動量を計算します。

種々の設計計算波高に対する期待総費用と期待滑動量が得られたならば、期待滑動量が許容値以下であって、かつ

期待総費用が最小なものが最適設計断面であり、そのときの設計計算波高に対する再現期間を「合理的再現期間」と呼んでいます。

討議者 熊本工大 土木

#### 質疑

示された OHP 図における堤体設計図で、堤体幅が減少しているにもかかわらず、堤体高さが増加している理由を教えてください。

#### 回答

論文集には記載していませんが、現行設計法では有義波高 8.5 m の条件で堤体幅 24.0 m、天端高 +5.1 m であるのに対し、新方式で設計したところ、堤体幅 20.5 m、天端高 +5.5 m の結果が得られました。この差異は、現行方式が滑動安全率 1.2 で設計しているのに対し、新方式ではそれぞれの設計計算波高に対する安全率を 1.0 として設計し、その上で総合的に確率を考慮した安全性を検討しているためです。現行方式では再現期間 50 年の波高で設計していますが、新方式では合理的再現期間が 80 年であるため、設計計算波高が約 9.1 m と大きく、滑動安全率が 1.02 となっています。ただし、供用期間 50 年における期待滑動量は 10 cm 以下の条件を満足しています。

### 論文番号 189

著者名 小野正順，中谷誠志，鷺沢栄二郎，出口一郎

論文題目 人工魚礁周辺の流れ場の解析と魚の蛸集に関する基礎的研究

討議者 松原雄平（鳥取大学工学部）

#### 質疑

1. 現地調査において、魚類行動の朝、昼、夜の日間変化をどのように捉えるのか？

#### 回答

現地調査の方法は色々あります。それぞれの方法で長所・短所があって、通常は複数の調査を行い欠点を補い合う方法がとられます。その中で、朝、昼、夜の日間変化を捉えることは難しいです。本研究では、昼間は潜水調査を行い、夜は刺し網調査によって調査を行っています。潜水調査は汐止まりの海象条件が穏やかな状態でないと調査できないことや調査時間が短いことなどが欠点で、小さな魚でも確認できることや個体数が正確に把握できること、魚礁内の生物も確認できるなどの長所を持ちます。一方、刺し網調査は網の目の大きさによって調査できる生物の大きさが決まってしまうこと、刺し網は夜間設置しているので魚礁に集散する時間変動までは把握できないなどの欠点があり、夜行性の生物を調査できることや長時間の間に魚礁に蛸集する生物を調査できるなどの長所を持ちます。本調査結果でもこれら 2 つの調査結果を比較すると夜と昼で蛸集している魚種に違いが現れていることがわかります。しかしながら、調査方法が異なるので定量的な比較はできていないのが現状であります。

#### 質疑

2. 魚礁機能として、生育場あるいは餌場としての機能は、どのように捉えるのか？

一般的に、水産生物が魚礁を生育場として使用する場合、産卵場として雄と雌が出会い易いように魚礁を目印に集魚してくる場合と魚礁の周辺海域で産卵され稚魚にまで成長した時に外敵から身を守るため群を形成するために魚礁を目印に集魚してくる場合があります。いずれにしても、このような行動をとる魚種は II 型及び III 型に多く見られます。また、これらの魚種は、外敵から襲われない程度に十分成長すると魚礁から離れてしまいます。これらの行動特性は毎月 1 回程度の潜水調査で確認できます。岩礁性の III 型魚種に関しては、産卵場、生育場、餌場として魚礁を利用していると考えられますが、ほとんど魚礁内、岩礁内で生活しているために行動特性として調査確認することは困難な状況です。

餌場としての機能は、柿元先生により（「人工魚礁の生物学的機能解析に関する研究」水産工学, Vol.35 No.1, pp.1-7, 1998）潜水調査で確認できた事例はいくつかありますが、餌と捕食者の定量的な調査結果などはまだなされていません。

### 論文番号 190

著者名 瀬戸雅文，水野武司，梨本勝昭

論文題目 縦スリット型藻礁の設計条件に関する研究

討議者 出口一郎（大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻）

#### 質疑

摂餌限界流速について具体的にはどのような条件と考えればいいのか？



## 回答

本論文ではエゾバフンウニの限界流速について、摂餌限界流速と耐流限界流速を求めているが、縦スリット型藻礁にウニの生息空間を設計するためには、基本的には波浪に伴う流れでウニが施設外に放出されないための耐流限界流速を満たすことが必要で、摂餌限界流速は、耐流限界流速をもとに設計された藻礁におけるウニの身入りの善し悪しを左右する条件と位置づけられる。従って、施設設計に伴う投資性などの判断材料として利用することが可能である。

## 論文番号 191

著者名 北野利一，間瀬肇，中野晋

論文題目 間隙水飽和度の鉛直変化を考慮した海底地盤の波浪応答

討議者 前野詩朗（岡山大学環境理工学部）

## 質疑

- 1) 境界層での飽和度変化は重要ではないか？
- 2) 構造物がある場合にも適用できますか？
- 3) 図-4 の式の比較は、実験値あるいは実測値と比較する必要があるのではありませんか？

## 回答

- 1) 地盤内部においては、土要素に作用する静水圧が増大することが主たる原因となって、鉛直方向に飽和度が高くなる。その結果として、深くなるにつれ、Stiffness ratio  $m$  が減少し、ゼロに漸近する。その変化は、図-1 に示すとおり、波長のオーダーでの変化と見なすことができる。従って、本研究では、境界層内部での飽和度変化を扱わなかった。しかし、ご指摘のとおり、海面波の波長によっては境界層内部での飽和度変化が重要となる場合も考えられる。
- 2) 石油パイプラインが海底面上に置かれている場合、ケイソンが地盤と直結するような場合、ケイソンと海底地盤の間にマウンドを設けている場合などの状況に対して、等方均質性の波浪応答解を利用して、Mei and Foda(1981)、Mynett and Mei(1982)、Kumagai(1998) は、地盤内の応答応力場を求めている。これらの構造物周辺の海底地盤に対して、今回得られた波浪応答解を適用することは可能である。
- 3) 基礎方程式から直接得られる解は、式(34)で表されるとおり、非常に複雑である。得られた解の本質的な特性を抜き出すために、類似した特性を持たせ、解を式(39)のように簡単化している。図-4 は、その妥当性を具体的に表現したものである。なお、今後得られた解を応用するにあたっては、ご指摘のとおり、なんらかの実測値との検証は必要である。

## 参考文献

Kumagai, T.(1998): Analytical model of the response of a composite-type caisson breakwater and seabed to waves, Ph.D.Thesis, Univ. of California, Berkeley, USA.

Mei, C.C.and Foda,M.A.(1981): Wave- induced stresses around a pipe laid on a poro-elastic sea bed, Geotechnique, Vol.31, pp.509-517.

Mynett, and Mei,C.C.(1982): Wave- induced stresses in a saturated poroelastic seabed beneath a rectangular caisson, Geotechnique, Vol.32, pp.235-248.

## 論文番号 192

著者名 加藤史訓，佐藤慎司，Harry Yeh

論文題目 津波による円柱周辺地盤の動的挙動に関する大型実験

討議者 勝井秀博（大成建設技術研究所）

## 質疑

洗掘現象、範囲の理解に液状化の観点は重要であると思うが、洗掘量の推定には時々刻々の（非定常・非平衡場）流砂・漂砂量 flux が必要であると思う。研究の目的と着眼点を明らかにして下さい。

## 回答

本研究の当初の目的は、津波遡上時の構造物の倒壊を防ぐ対策を検討するため、構造物周辺の洗掘の規模を津波遡上中も含めて明らかにすることにあった。洗掘のモニタリングにあたっては、ビデオカメラで洗掘過程を捉えるだけでなく、構造物周辺地盤内の間隙水圧も測定した。その結果、地盤の液状化が洗掘に影響していることが明らかになった。

御指摘のとおり、構造物周辺の洗掘量を時々刻々の局所的な流砂量から推定することは可能であるが、今回の実験では構造物近傍の流速を測定していなかったため、このような解析は行っていない。流れ場が何らかのモデルで評価されれば、流砂量則により、洗掘過程を模擬することができるが、急激な圧力変化を伴う段波による洗掘には、流速のみでなく間隙

圧も重要な要素となっている可能性がある。本研究は、間隙圧変動を取り込んだ洗掘モデルを構築するための第一段階として、詳細な実験により機構解明を行ったものである。

討議者 前野詩朗（岡山大学環境理工学部）

質疑

$\sigma_{v0}$  として初期状態としているが、洗掘によって変化しているのではないか。

回答

御指摘のとおり、洗掘によって土被りは変化するので、津波遡上中の鉛直有効応力を計算する際に初期の鉛直有効応力の値を使い続けるのは厳密ではない。しかし、土被りが洗掘によって急速に変化している状況下で鉛直有効応力を厳密に計算する方法は確立されていないので、本研究では初期の鉛直有効応力を一定と仮定した。洗掘による土被り変化を厳密に考慮した鉛直有効応力の算出は今後の課題としたい。

論文番号 193

著者名 前野詩朗，小谷裕司，坪田裕至，名合宏之

論文題目 高波浪場における海岸堤防周辺地盤の動的挙動に関する研究

討議者 加藤史訓（建設省 土木研究所）

質疑

液状化領域を示した図 - 10 は、Case 1 か Case 2 のどちらか。また、矢板の透水性の有無によって液状化領域がどのように変化するか検討されていますか。

回答

液状化領域を示した図 - 10 は、透水性矢板を用いた Case 2 の場合の結果です。不透水矢板を用いた Case 1 の場合には、撮影したビデオ画像の状態がかなり悪く、画像から液状化領域を判定することが困難であったため、実験値と比較検討できませんでした。今後は、矢板の透水性の有無による液状化領域の変化について解析による比較を行いたいと思います。

論文番号 196

著者名 太田正規，荒井 清，五明美智男，矢内栄二，松見吉晴

論文題目 投入土砂堆積形状予測モデルにおけるパラメータ設定と流れ場への適合性

討議者 小田一紀（大阪市立大学工学部）

質疑

1) 御説明では底開式バージの開扉過程の影響については言及されていませんでしたが、この点についてはどのように取り扱われたのでしょうか。開扉速度によって現象が違ってくることは、我々の実験でも、数値シミュレーションでも見出されているのですが。

2) また、流れの影響も検討されていますが、確率モデルの中に流れの影響はどのように取り込まれているのでしょうか。

回答

1) 本研究の投入土砂堆積形状予測モデルは、現地への適用を目的にしたもので、現地で使用予定される全開式バージの全開までの所要時間がほぼ同様であったことから、本研究で行われた模型実験では開扉速度を一定として種々の土砂粒径について確率パラメータを検討しています。なお、先生のご指摘通り投入土砂の落下散乱現象に及ぼす開扉速度の影響は、我々も全開式バージ模型による実験で確認しており、本研究で提案しているパラメータ予測式の汎用性を高めるには開扉速度の影響を含めた予測式を考案していく必要があります。

2) 小田・重松ら（1995）によって行われた個別要素法と MAC 法を併用した流れ場を沈降する粒子群の数値計算より、粒子群の重心位置が流れ方向に流速に線形的に比例して移動することが明らかにされています。本研究では、この数値計算結果に基づいて確率モデルの平均値  $m$  に対して流速による流下方向への移動分  $m'$  を付加すること（ $m + m'$ ）により、流れの影響を確率パラメータの平均値の変化として取り込んでいます。

論文番号 197

著者名 小田一紀, 宋元平, 芝村圭, 農本充

論文題目 塩水中における微細土粒子の凝集・沈降挙動に関する研究 ベントナイトをモデルとして

訂正

式(8)を次のように訂正をさせていただきます。

$$(誤) \quad w = \left\{ \frac{4g}{3} \cdot \frac{Re}{45} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) \right\} = \frac{4g}{135} \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d^2 \dots (8)$$

$$(正) \quad w = \left\{ \frac{4g}{3} \frac{Re}{45} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) d \right\}^{\frac{1}{2}} = \frac{4g}{135} \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d^2 \dots (8)$$

また, 原論文の経験式には説明不十分なため, これを使用するとき用いる単位などで混乱を招く恐れがあると考えられるところが幾つかあるので, 以下に付記する。

- (1) 式(9)で  $\rho_e$  を計算するときには,  $\mu = 1.307 \times 10^{-2} \text{ g/cm} \cdot \text{s}$ ,  $g = 980 \text{ cm/s}^2$  の値と単位を用いた。
- (2) 式(10)における  $\rho_e$  の単位は  $\text{g/cm}^3$  であるが,  $d$  の単位は  $\mu\text{m}$  である。
- (3) 式(11)中の,  $g$  の単位は  $\text{cm/s}^2$ ,  $\mu$  は  $\text{g/cm} \cdot \text{s}$ ,  $d$  は  $\mu\text{m}$ ,  $w$  は  $\mu\text{m/s}$  を用いる。

討議者 鷲見栄一 (通産省工業院資源環境研究所)

質疑

式(11)の沈降速度について  $d$  との関数があるが, データとの検討について, 特に式(8)のストークス則の中で抵抗係数をどのように与えるかがこの種の解析では重要であるが, どのように考えられるか。

回答

本来, ストークス式は, 粒子を球,  $Re < 1$  の範囲における球の抗力係数を  $C_D = 24 / Re$  と仮定して, 流体中における重力, 浮力, 抗力の釣り合いから導かれた粒子の沈降速度を求める式ですが, 抗力係数をそのまま用いて表すと式(8)は次の式(8)で表されます。

$$w = \left\{ \frac{4g}{3} \cdot \frac{1}{C_D} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) d \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

また, 式(8)から

$$\frac{1}{C_D} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) = \frac{3}{4g} \frac{w^2}{d} \quad (9)$$

この研究では, 丹保ら(1967)の研究に従い, フロックの粒子形状を球ではなく正八面体と仮定して  $C_D = 45 / Re$  (ここに,  $Re = d w / \mu$ ;  $\mu = \rho \nu$ ) と仮定して式(8)を立てています。実験から, フロック粒径  $d$  と沈降速度  $w$  を顕微鏡デジタル映像撮影によって同時に求め, これらを式(8)から導いた式(9)に代入して有効密度  $\rho_e = \rho_s - \rho$  を求め, 粒径  $d$  との関係プロットした結果が図-8です。この図から  $w$  と  $d$  との関係求め, 経験式の形で表したものが式(10)です。式(9)から分かりますように, またご指摘のように, 沈降速度  $w$  とフロック粒径  $d$  の実験値から有効密度  $\rho_e = \rho_s - \rho$  の値を求める際には  $C_D$  をどうとるかによってその値は変わってき, したがって有効密度  $\rho_e = \rho_s - \rho$  とフロック粒径  $d$  の関係を表す経験式(10)の形も変わってきます。つまり,  $\rho_e$  と  $1 / C_D$  の積の値は, 沈降速度  $w$  とフロック粒径  $d$  の実験値によって一義的に決定されますが,  $\rho_e$  と  $C_D$  を分離してそれぞれ正確な値を求めることはできません。

しかし, 沈降速度  $w$  とフロック粒径  $d$  の関係を表す経験式(11)は, 途中の経過がどうであれ, 結果的には, それらの実験値を式(8)に代入して導かれた経験式と同等なものであり,  $C_D$  の取り方に何ら影響されることはないといえます。

論文番号 198

著者名 後藤仁志, Jorgen Fredsoe

論文題目 Lagrange 型固液二相流モデルによる海洋投棄微細土砂の拡散過程の数値解析

討議者 小田一紀（大阪市立大学工学部）

質疑

講演時の説明では、計算領域の両側端には不透過の垂直壁が設けられていましたし、また計算結果には粒子投入直後に大きな水面変動が発生することが示されていました。そうするとこの波は両端壁から反射されるはずですが、計算結果にはそれが見られませんでした。粒子挙動にも側壁の影響がでてくると考えられますが、両側壁での境界条件をどのように設定されたのかご教示下さい。

回答

重要な御指摘かと存じます。結果を見ると土砂投入の瞬間に発生した水面波は急速に減衰しつつ側方に伝播しています。この減衰の程度が妥当であるかに関しては検討を要すると思います。側壁の境界条件ですが単純な固定壁（壁を構成する粒子の速度ゼロ）としています。これを移動壁として、反射波の影響を弱めるなどの工夫は可能です。今後検討したいと思います。

討議者 中山恵介（港研・環境評価）

質疑

- 1) 土砂と水での混相流ですので付加質量の効果が大きく運動方程式に影響を及ぼすと思います。その効果はモデルの中にどのように考えられているのですか。
- 2) 温度や塩分はエントロピーが化学ポテンシャルを用いてエネルギー式で表現され、粒子はそのような表現ができないという違いがあると思いますが、例えば温度や塩分を考慮した場合には成層効果により渦拡散係数が減少しますが、同様な現象が粒子の混入により生じないでしょうか。

回答

- 1) 基礎式は、いわゆる二流体モデルの標準的な式です。粒子法という手法の名称から土砂の粒子を直接追跡しているような印象を与えるかも知れませんが、この方法での粒子は単なる物理量の定義点に過ぎません。粒子周囲の局所的な流れ場と関連する付加質量を陽に基礎式に反映させていないのは、このような理由からです。
- 2) 御質問の趣旨は本研究で扱っている内容と異なるように思いますが、渦拡散係数が減少というのは流体・粒子の混合物を一つの流体として見た場合のことでしょうか。各流体相の支配方程式を相互作用を考慮しつつ連立させて解くと御指摘のような混相流の性質が再現できるというのが、通常の混相流モデルの考え方です。

討議者 鶴谷広一（港湾技術研究所・海洋環境部）

質疑

実際への応用に関して興味があるのは濁りの拡散である。この方法を微細粒子や粗い粒子の効果をとり込んだ計算へ拡張する可能性はあるのでしょうか。

回答

重要な御指摘かと存じます。既に御承知のようにこの方法の粒子は土砂粒子ではなく、物理量の定義点です。粒子を小さくすることは定義点の分布を密にすることであり、粒子の大小と砂粒径の大小は直接的には対応しません。ただし、定義点間の相互作用（例えば粒子間引力）を付加的に特定の粒子間に与えることにより、擬似的に大粒径の粒子を模擬できる可能性はあると考えています。今後検討を続けたく思っております。

論文番号 199

著者名 鷲見栄一，田中祐志

論文題名 沿岸域の底層における懸濁態粒子の物理的挙動

討議者 中川康之（運輸省 港湾技術研究所）

質疑

東京湾内での底層濁度の計測結果において、底層直上でみられる高濁度浮泥が検出されているが、これらの懸濁物はそれより上層の懸濁物とは質的に異なるものなのか。

回答

本研究では、上層にはラウスの簡便式を適用できるが、底層直上はそれから推定される濃度より高く、また時間的に濃度がほぼ一定であることより高濁度層が存在すると結論づけています。その場合の平均的な沈降速度は  $0.02 \text{ cm/s}$  が最も一致していました。底層直上の懸濁物はこの平均的な沈降速度より大きいために、上層での式では説明できないと考えられます。平均的な沈降速度が大きいことは、底層直上の懸濁物は平均粒径が大きな粒径分布を持っていることを示しま

す。懸濁物の化学分析はしていませんが、懸濁物の粒径ごとの比率が違うという点で質的な違いがあると思います。また、ほぼ濃度が一定であるという点については、著者が船橋沖で得ている底層直上の粒径分布の数日間の時間変化からは次のように考えています。再懸濁する懸濁物は、通常の潮汐流で再懸濁する時よりも波浪の非常に強い時には、大きな粒径の濃度が急増しています。このことは、通常の潮汐流では再懸濁しない大きな粒径の懸濁物が海底上あるいは底層直上に存在していることを示します。今後、これらのことが他の地点でも普遍的に存在するのかの検討を加えたいと思います。

#### 論文番号 200

著者名 日比野忠史，細川恭史，鶴谷広一

論文題目 非成層期の東京湾における望望周期の流れ場

討論者 吉岡洋（京都大学防災研究所）

#### 質疑

南西の風が吹くと、底層に高塩分が出現し、赤潮が発生した。これは沿岸湧昇が起こったのではないか

#### 論文番号 201

著者名 日向博文，吉岡健，八木宏，灘岡和夫

論文題目 冬季東京湾における黒潮系暖水波及の実態解析

討議者 中川康之（運輸省港湾技術研究所）

#### 質疑

黒潮系暖水が湾口から侵入した後、その波及効果は時間的にどの程度残るのか？また、侵入後の暖水は湾内でどのように広がるのか？

#### 回答

3次元モデルを用いた粒子追跡計算によれば、湾内に侵入した暖水は、冬季における北よりの季節風によって形成された鉛直循環流の働きにより多摩川河口付近まで侵入する。したがって、暖水波及がどの程度湾内環境に影響し、その影響がどれくらい残るかという問題は、海上風に大きく依存しており、一般論として明確にお答えすることは出来ない。本計算の場合、湾内の温熱環境に与える暖水波及の効果は1週間程度であった。

討議者 田中昌宏（鹿島建設技術研究所）

#### 質疑

今回示された湾口部での海水交換機構の海水交換全体への寄与はどの程度か？

数値実験におけるシグマ座標の急勾配地形による数値混合の影響は？

#### 回答

冬季においては、黒潮系暖水と湾内水の密度差は非常に小さいため、海上風が弱い場合、湾口部における残差流の大きさもまた小さい。したがって、暖水波及時における湾口部を介した熱フラックスは、冬季平均の5倍程度までに達するが、海水交換量としては平均程度である。

本数値実験における海底勾配はさほど大きくなく、計算時間も10日程度と短かったため、有意な大きさの数値拡散の影響は認められなかった。ただし、この問題については、今後、何らかの方法で対応していきたいと考えている。

討議者 今村文彦（東北大）

#### 質疑

数値実験により、湾口幅、水深の違いによる暖水塊の侵入の変化を示した点は大変興味ある。一方、東京湾湾口部を見た場合、野島崎、観音崎、富津岬などが存在しているために湾曲した地形になっている。このような地形が遠心力などを生じさせて流況へ影響することはないであろうか？

#### 回答

湾口部における地形効果としては、湾幅が狭くなり、水深が急激に小さくなることによって潮流速が増し、鉛直混合を活発にしていることがあげられる。そのため、暖水は湾口部で湾内水と混合されその水塊特性を急激に失い、その結果、さらに密度流としての暖水侵入は弱められてしまう。

**論文番号 203**

著者名 鈴木雅晴, 三村信男, 塚田光博  
論文題目 3次元生態系・水質モデルによる東京湾の水質改善予測  
討議者 和田明(日本大学生産工学部)

**質疑**

湾内への負荷削減による結果は, 私共が6年前海洋学会で発表した結果と整合性がとれていると感じます。ところで, 負荷削減と表現されていますが何について削減されたのか教えてください。

**回答**

コメントをありがとうございました。

本モデルでは, 河川からの流入負荷としてCOD, 全窒素, 全リンを与えているので, これらの流入濃度を所定の割合で削減しました。元々の流入濃度は, 河川協会編「日本河川水質年鑑 1994」のデータを用いました。

討議者 内山雄介(運輸省港湾技術研究所)

**質疑**

大規模な対策(流入負荷の削減と覆砂)をとったにもかかわらず, 貧酸素水塊が低減しないのは, なぜでしょうか。

**回答**

いくつかの原因が考えられます。(1)この規模の対策をとっても, 有機物・栄養塩の流入負荷がプランクトンの増殖やDO消費を促進するレベル(閾値)を超えていること,(2)湾奥底層での海水の停滞が予想以上に強いこと,(3)生態系の物質循環が, 負荷削減に比例した栄養塩レベルの低下を阻害するような緩衝作用を持っていること, などです。この説明のためには, 現地観測とモデルの感度分析, 両面からの検討が必要だと考えています。

**論文番号 204**

著者名 日比野忠史, 細川恭史, 鶴谷広一  
論文題目 三浦半島沿岸での赤潮の発生と久里浜湾周辺での水塊移動  
討論者 二瓶泰雄(東京工業大学)

**質疑**

現地でのゴミの分布状況は, スリーク状となっているのか?

**論文番号 205**

著者名 佐々木淳, 磯部雅彦, 今井 誠  
論文題目 東京湾における赤潮の消長要因に関する考察  
討議者 石川公敏(通産省資源環境研)

**コメント**

風とクロロフィルの関係は, 風の強さで10m/s, ?時間吹くとクロロフィル濃度は約10mまで一様になり濃度??など観測があり, 必ずしも, クロロフィルはそこにはとどまっていない。鉛直データを用いもっと風とクロロフィルの関係データを整理した方がよい(回答者柱:一部不鮮明のため誤読している可能性がある)。

**質疑**

1) モデルに用いるデータ不足は今後どうするのか?

共同観測態勢の確立。pl.分離固定はさらにそのサイズを求めると面白い。浮遊生態系モデルの中にサイズによるFeeding pressureを入れる試みが出来る。

2) 引用したデータ, 例 zoo-pl では判りにくい。分類について今後どうしていくのか?

東京湾奥はFlagellatesもなく, 採集, 固定, 係数には最大の注意必要。

**回答**

1) データ不足は誰もが憂慮していることかと思えます。東京大学海岸研におきまして1999年より係留系による水質観測を行っておりまして, データがまとまりしだい, web で公開する方向で考えております。東京湾に関しましては様々な機関が精力的に観測を行っておられますので, それらのデータが公開されればかなりのデータが集まるものと期待しております。とはいえ, 土木系ですと生物項目の測定がほとんどなされていないのが実状かと思えます。生物・水産系の方々と共同研究が不可欠であると強く感じておりまして, そのような機会が得られることを切望いたしております。

- 2) ご指摘の通り、今回の整理の仕方は極めて不十分であったと認識しております。今後サイズを考慮したモデル化を行っていくことを考えますと、feeding の関係を考慮した分類を行っていく必要があると考えております。

**論文番号 206**

著者名 山下隆男，福神和興

論文題目 珪藻 渦鞭毛藻類の種間競争を考慮した田辺湾の赤潮モデル

討議者 天野邦彦（土木研究所）

**質疑**

- 1) 競合するプランクトンの一方が増加した場合に、他方の増加が抑制される形のモデルになっているが、栄養塩に対する競合が無い場合において、このようなモデルを作る積極的な理由があるのか？
- 2) 珪藻類と渦鞭毛藻を考慮するのであれば、これらが好む環境特性はかなり異なっており、表層混合や栄養塩成層の相違により、2種類の藻類がどのような反応を見せるかをデータにより検証してモデルに反映させるべきではないか？

**回答**

- 1) 本論文で対象としている和歌山県の田辺湾では、水産養殖が盛んで、ここでの栄養塩は常時過多の状況にあるため、栄養塩に対する競合は無いと考えた。実際に観測された珪藻類と渦鞭毛藻のセル数の変動には両者の競合があるように見えるので、ここでは種間競争を導入した数理モデルで観測結果をどの程度再現できるかを検討した。その結果、種間競争を考慮すれば、両者のセル数の変化が再現できることがわかった。もし、この項を導入しなければ、観測結果は再現できない。
- 2) 種間競争を導入した数理モデルには、環境要因の時間的な変化は考慮してあるが、珪藻類と渦鞭毛藻類とが好む環境特性が的確に導入できているがどうかはわからない。今後、環境要因変化との関係で観測例を積み重ね検討する必要がある。

討論者 矢持進（大阪市立大学 環境都市工学科）

**コメント**

- 1) モデル作成者はフィールド調査に参加し、現場の状況を十分に理解した上で行うようにすべきであろう。
- 2) 用語の使用法の訂正  
個体数 > 細胞数（植物プランクトンだから。動物プランクトンは個体数。）  
渦鞭毛藻と珪藻との間の競合に種間競争は不適切。渦鞭毛藻と珪藻は「種」という定義からはずれる。
- 3) 増殖パターンについて（スケルトネマとギムノディウム）は既に知見が多くあるので水産学会誌、海洋学会誌等を参考にされたし。

**論文番号 207**

著者名 中村由行，井上徹教，足立義彦，石飛裕，嘉藤健二，山室真澄

論文題目 汽水湖沼における底層水質の急変現象と溶出の非正常過程

討議者 中川康之（運輸省 港湾技術研究所）

**質疑**

溶存酸素の時系列データにおいて、貧酸素の解消した後、溶存酸素濃度の変動が解消メカニズムの違いに応じて異なるが、何故か？

**回答**

図2のAで示される時点でのD<sub>0</sub>濃度の回復は中海表層水の侵入によるものであり、D<sub>0</sub>濃度回復と共に塩分成層が形成されるため、その後の底層水中のD<sub>0</sub>濃度は堆積物の酸素消費等により減少する。一方、Cで示される時点でのD<sub>0</sub>濃度の回復は風波の発達に伴う鉛直混合によるものであり、成層が破壊されるため底層の貧酸素化はおこらないためと考えられる。

**論文番号 208**

著者名 石塚正秀，中辻啓二

論文題目 紀淡海峡における海水交換と物質輸送過程の解明

質疑者 小田一紀（大阪市立大）

質疑

（発表時の）結論で述べられた「潮流の変動特性」とは具体的に何を意味しているのでしょうか？

回答

発表時に示した結論は「北流時と南流時の塩分の水平的・鉛直的な拡がり異なることから、潮流の変動特性が海水交換に大きな影響を与える。」でした。

図-4,5は、それぞれ北流終了時、南流終了時の塩分分布を示していますが、外洋の影響を受けた塩分32psu以上の水塊の影響範囲が潮時によって大きく変動しています。また、紀淡海峡は三つの瀬戸を有する複雑な地形を示し、北流終了時は紀伊水道側から全体的に大阪湾内に高塩分水塊が分布しているのに対して、南流終了時は由良瀬戸海域から高塩分水塊が流出しています。このように、北流・南流の変化だけでなく、地形の影響を受ける等の紀淡海峡に特有の潮流変動が紀淡海峡における海水交換に大きく影響するものと考えています。

論文番号 209

著者名 川西澄

論文題目 広島湾北部海域の流動構造と海水交換特性

討議者 日比野忠史（港湾技術研究所）

質疑

湾内での淡水はどのような働きをしているのか。これを説明できる計算結果になっているのか。境界での淡水の取り扱いはどうしているのか。

回答

湾内での淡水の働きにはいくつかあると思いますが、重要な働きの一つはエスチャリー循環を発生させることです。計算結果から求めた大野瀬戸、宮島・奈沙美瀬戸、呉湾を通過する循環流量は河川流入量の25倍に達しています。

河川流入境界では、河川水が海水と混合して塩分20psuになっていると仮定して、その濃度に見合った流量を与えています。開境界については、流入時の塩分は一定、流出時には境界のすぐ内側の塩分で湾外へ出て行く様にしています。

討議者 田中昌宏（鹿島建設・技研）

質疑

図8のHeterocapsaとGymnodiniumの分布特性の違いはどのような環境要因の差によるのか？

回答

Gymnodiniumと異なり、Heterocapsa赤潮が広島湾湾奥沿岸部であり発生しないのは、低塩分であることが第一の理由であると思います。また、栄養分が多いため競合する珪藻類が先に増殖し、場を独占してしまうという種間競合の問題も大きいと思います。Heterocapsaは珪藻類との競合を極端に嫌う生物です。

GymnodiniumはHeterocapsaより細胞が大きく（容積で3倍ぐらい）、赤潮になるのにより多くの栄養を必要とするため、河川水の流入がほとんどなく栄養分が少ない江田島湾では大規模な赤潮を形成することはありません。

討議者 上野成三（大成建設技術研究所）

質疑

計算結果では江田島湾の塩分が高くなっている。ヘテロカプササーキュラリスカーマは高塩分を好むと言われているが、江田島湾の高塩分とヘテロ赤潮の関連があるのでしょうか？

回答

関連はあると思います。江田島湾でヘテロカプサ赤潮が発生する主原因は、海水交換性の低さ、高塩分、および夏季水温の高さだと思います。

論文番号 210

著者名 中村武弘，福本正，多田彰秀

論文題目 大村湾湾口近傍における潮流現象の現地観測と数値計算

討議者 田中昌宏（鹿島建設・技研）

質疑

浅曽根を中心とした環流は、シミュレーションと観測で定量的にあっていますか？（湾内の密度分布も含めて） それ



が、針尾瀬戸からの噴流の特性を表現する上で重要と考えられます。

回答

数値計算による浅曽根を中心とする潮汐残差流（1 潮汐平均流）としての環流のパターンは、観測と一致しています。しかし、本文中でも述べていますように下げ潮時の宮浦側の流れが合っていないため、定量的には一致していません。密度分布は、これまでの観測で大崎半島側（湾内北側）の上層で軽く、南側ではほぼ一様となっていました。数値計算でも同じ分布となっています。今回の数値計算は計算諸元として夏期の代表値を用いて行っており、観測値のシミュレーションではありません。今後、数値モデルにおける格子幅、流入角度等に加え、この点についても検討していきたいと思えます。

**論文番号 211**

著者名 上野成三, 灘岡和夫, 高山百合子, 片倉徳男, 岡田美穂, 関根義彦 勝井秀博 (大成建設 (株))  
論文題目 水質環境の動的変化に着目した英虞湾の現地観測  
討議者 中山恵介 (港研)

**質疑**

内部波が一様成層場で発生した場合, その波長は  $\approx 2 U/N$  で与えられますが, 論文中で観測された内部波は以上のをもつものでしたか? それとも全く違った性質のものなのでしょうか

**回答**

観測で捕らえた内部潮汐は, 一様成層場中の内部波というよりは, 密度躍層がある場での密度界面波動的な挙動を示します. 代表的な密度差と密度躍層厚さから算出した内部界面波の波長は 3 ~ 5 km で, ほぼ観測結果と一致します.

討議者 八木宏 (東工大)

**質疑**

- 1) 黒潮系水の内湾の流入メカニズムを教えてください.
- 2) 間欠的な内部潮汐の環境評価への導入について考えがあれば教えてください.

**回答**

- 1) 黒潮系水塊が具体的に湾内へ流入するメカニズムは, 内部潮汐によるものが上げられます. 黒潮系水塊の湾口部への接近と内部潮汐の来襲が重なった時に, 効率良く黒潮系水塊が湾内へ流入する様子が捕らえられています. なお, この他のメカニズムとして, 風による効果, 特に, 沿岸湧昇流による湾内への流入メカニズムがあり, それを示唆する観測結果も捕られています.
- 2) 今後, 内部潮汐の影響を環境評価に考慮するには, ある程度の期間の現象を時々刻々と計算する手法, リアルタイムシミュレーションを導入する必要があります. この意義は, 間欠的な内部潮汐の影響を考慮できるだけでなく, 風, 雨量, 日射などの変動性の高い外的要因の影響を直接的に取り込むという意味で非常に重要になると考えています.

**論文番号 213**

著者名 豊田政史, 日比野忠史, 細川恭史, 鶴谷広一  
論文題目 大船渡湾における窒素・リン分布の季節変動特性  
討議者 田中昌宏 (鹿島建設技術研究所)

**質疑**

- 1) 湾外の有機物の湾内への流入が湾内水質に及ぼす影響について検討していれば教えていただきたい.
- 2) 湾外上層水を強制的に湾内底層に入れることの悪影響はないのでしょうか?

**回答**

- 1) 本研究では, 湾外からの栄養塩の流入という視点から湾内水質の変化を検討しており, 有機物量の観点からの検討は特に行っていない.
- 2) 富栄養化が起こる夏季は, 湾外水中の窒素・リンの値は小さく, 湾外上層水を湾内底層に入れることの悪影響はないと考えている.

**論文番号 214**

著者名 上北征男, 大竹臣哉, 中村充, 押谷美由紀  
論文題目 閉鎖性湾の海水交流に関する研究 島根県中海・宍道湖水系について  
討議者 日比野忠史 (運輸省港湾技術研究所)

**質疑**

モデルと実域での現象との関係はどうなっているのですか。

**回答**

現在, 内湾と外海の海水交流の計算は, 複雑な数値シミュレーションプログラムを用いて精度高く計算することが可能となっている。しかし, このような数値計算を行うには積分条件としての膨大なデータが必要になり, 多量の手や経費がかかっている。しかし, 主として湾口部水道でエネルギー損失が生じる閉鎖性湾では中村等により理論解が得られており, 数値シミュレーションを行う前にその効用範囲を明確にし, 簡素化を図ることが出来る。そこで本研究は, 中海本庄工区は, 現在複雑な流路で外海につながっている。この海域の囲い堤の一部に小規模 (通水断面積  $9 \text{ m}^2$ ) なパイプを設

けた場合の海水交流量について、前記理論による仮想水道法を適用して予測し、パイプ施工後流量観測して正しいことを検証した。連続した湾の海水交流量について、湾内外の水位に位相差を考慮した理論を開発し、各水道部で結ばれた連続湾の模型実験により理論を検証し、さらにこの理論を島根県宍道湖・中海水系本庄工区について適用し、当水系を対象に行われた数値シミュレーションの結果と比較検討したものです。理論の適用は、複数の海域が直列、並列に水道で結ばれている場合の理論解法で、各海域への流量解析を数値シミュレーションの結果と比較して良い対応が得られている。本理論は交流水道に関するもので海域内の流況をは対象にしていない。主要海域における潮候（潮時、振幅）の実測値が得られれば改変後の海水交流予測はシミュレーションと同等もしくは以上の精度で得られることを示している。

#### 論文番号 215

著者名 南條吉之 細井由彦 城戸由能 矢木修身 梶原慎一

論文題目 中海における赤潮発生過程に関する実験的研究

討議者 天沼照悦（茨城大学 大学院）

#### 質疑

- 1) これまでなされてきた水質保全対策では、具体的にどのような対策をされたのですか？
- 2) また、その対策を通して得られた今後の水質改善への可能性で分かったことがあったら教えて下さい。

#### 回答

- 1) 昭和63年に湖沼法の指定を受け、平成元年度に湖沼水質保全計画を、引き続き平成6年度に第二期の計画を策定し、水質保全対策を推進している。その中で、米子湾の浚渫は、平成10年度で終了し、100万m<sup>3</sup>浚渫している。その他、公共下水道、農村集落排水処理施設の建設、住民への啓蒙等実施している。
- 2) これらの対策を通して、目に見えた改善が見られません。

#### 論文番号 216

著者名 堺茂樹、花井宏太、笹本誠、金田成雄、泉山耕

論文題目 氷板下での油拡散に及ぼす流れの影響に関する実験的研究

討議者 多田彰秀（長崎大学工学部）

#### 質疑

- 1) 基礎的なことで恐縮ですが、実験の相似則は Froude 則あるいは Reynolds 則いずれを採用されているのでしょうか？
- 2) もし Reynolds 則を採用されている場合に、原油と供試油（機械用潤滑油）との間の粘性係数に関する相似則は成立しているのでしょうか？
- 3) オホーツク海での原油流出現象を想像すれば、風（海流のみばかりではなく風にも氷板の動きは支配されるものと思えますが・・・）、原油及び海氷といった3種類（粘性が異なる）の流体が関連しており、Reynolds 則でそのような現象の再現は可能でしょうか？

#### 回答

ご質問はいずれも相似則に関するものでありますので、一括して回答させていただきます。海水、油の三者の運動に対して適用し得る相似則は存在いたしません。従いまして、実験水槽内での現象は、実際の油流出事故の際に想定される規模に比べて極めて小さいものではありませんが、一つの実現象であると捉えております。そもそも、本研究での実験はある実現象の再現実験ではありませんし、また本実験結果を何らかの相似則に従って実規模の現象に直接適用しようとも考えておりません。

このような相似則が満足されない実験を行うことの意義は何かとご不審のことと思いますが、著者らは以下のように考えております。実規模の現象を取り扱うには、数値計算に頼らざるを得ません。数値モデルでは、油層に作用する力などを個々に定式化あるいはモデル化する必要がありますが、この際に本実験で得られた知見、例えば水と油の界面に作用する抵抗はクーロン摩擦で表現できることあるいは油層の形状抵抗は油層に対する流れの相対速度、油層の厚さ、油の動粘性係数から成るレイノルズ数の関数であることなど、が役立つものと考えております。

#### 論文番号 217

著者名 西守男雄、日比野忠史、鶴谷広一、石原弘一

論文題目 実海域における下部透過型防波堤の海水交換特性

討議者 上嶋英機（通産省 中国工業技術研究所）

質疑

- 1) 季節風による吹送流と循環流を考慮すべきであると考えられる。また、周防灘の循環流形態についても考慮すべきであると考えられる。
- 2) 防波堤によって生じる循環流が海水交換に効果すると考えるが、今後の調査、解析に期待したい。

回答

- 1) 本研究の観測結果より、潮汐の作用と防波堤透過流量との関係は10月では相関が高く、4月では相関が低い結果となりました。この要因につきましては、ご指摘のような季節風、循環流など周防灘（瀬戸内海）の地域特性に影響を受けていると考えておりますが、未だそれらの検討については至っておりません。今後、広範囲での季節的变化に伴う様々な外力も考慮しながら検討を行う予定です。
- 2) 海水交換型防波堤の効果という観点から、前述の回答について検討を行うと共に、数値実験によって海水交換型防波堤が有る場合と無い場合とで防波堤背後の湾全体の海水交換量について比較、検討を行う予定です。

討議者 小田一紀（大阪市立大学 工学部）

質疑

- 1) 下部透過型防波堤は潮流を透過させることを主機能として開発・設置されたように見られるが、波作用による流れ誘起の機能についてはどのような特性をもっていますか？また、現地観測では波と潮汐の作用分離はなされたのでしょうか？
- 2) 図-4にケーソン1函あたりの透過流量（ $\text{m}^3/\text{s}/\text{函}$ ）が示されていますが、ケーソン単位長さ当たりの透過流量（ $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ ）で示す方が善備性があると思われます。この時の1函の長さを教えてください。

回答

- 1) 本研究の対象となった防波堤は、運輸省第四港湾建設局によって研究・開発されました。その構造様式は、主に防波堤背後への波の透過率などによって決定されております。したがって本研究では、波の作用による流れ誘起の機能についての特性および波と潮汐との作用分離については検討しておりません。前述の回答と併せて今後検討する予定であります。
- 2) 透過流量の標記（整理方法）につきましては、今後の検討に併せて考慮したいと考えております。また、ケーソン1函あたりの形状につきましては本論文の図-2に示しております。Lは防波堤の港内（港外）側の面に対する横幅の長さで12.0m、Bは防波堤の港内外への長さで10.5m、Hは防波堤の高さで13.2mを表しております。

論文番号 218

著者名 矢持進、岡本庄市、山下貴幸、久保佳洋、小田一紀

論文題目 噴流式水流発生装置による港湾域での生物生息環境の改善

討議者 青木伸一（豊橋技科大）

質疑

エアレーションは継続的に行う必要があるか？ ある程度、酸素環境、生物相が回復すればエアレーションを止めても生息環境が維持されると考えられるか？

回答

港湾海域での海水の鉛直混合や底層の酸素濃度等を考えると、大阪湾では多くの場合10月～4月末の間は本装置を稼働させる必要はないと考えます。また、これまで実施した種々の底生魚介類の貧酸素耐性や呼吸頻度に関する室内実験などから、何らかの方法で夏季に底層水の酸素濃度を平均 $2.6\text{mlO}_2/\text{L}$ 以上（但し生物の生存は不可逆的であるので1日以上継続して $1.6\text{mlO}_2/\text{L}$ 以下にならないようにする）に保つことができるならば、本装置を止めても主たる生物個体群が全滅する危険は少ないと思われます。なお、この値は個体の生存・死亡を考えた場合に最低限必要な酸素濃度で、底生生物群集の多様性保全について言えばもう少し値は高くなると思われます。

討議者 田中昌宏（鹿島技研）

質疑

水流発生装置による酸素改善域の空間的広さはどの程度でしょうか？ 溶存酸素上昇において底泥からの溶出量の変化を含め水質の変化は見られませんでしたか？

## 回答

本研究では水流発生装置から約70m離れたところでの水温・塩分・酸素飽和度・底質・生物の観測を中心に行ったものですから面的な検討はあまり行っていません。1-2回、漁港全域で海底直上の酸素濃度を調べてみたところでは、本装置のパワー不足が原因か濃度上昇の空間的な広がりはいささか小さいようです。本装置の導水量、噴出する海水の酸素濃度、港の面積などから、本装置による水流が港の全海底面に接触するとした場合に約 $6gO_2/m^2\text{ day}$ の酸素が海底に供給される計算となり、これはこの港の近傍で夏季に調べた底泥の酸素消費速度を上まわっています。しかしながら噴流が流れる層(水深)や海底の凹凸などが一因となって、海底直上の酸素濃度、底質(C・N・全硫化物)・マクロベントスなどの改善効果は大きくありませんでした(したがってP溶出量や水質の改善も少ないと推察されます)。

本研究の結論は、海底面環境に関する修復効果は充分でないが、海底から50cm上方の酸素環境は改善され、そのため今まで夏季に底生生物が生存できなかった水域でも、貧酸素耐性に比較的富むメガベントス(エビ・カニ・魚類の一部)が生き残ったと言うところにあります。

### 論文番号 221

著者名 森田修二, 出口一郎

論文題目 スロープ水路を有する透過性防波堤に関する研究

討議者 小田一紀(大阪市立大学 工学部環境都市工学科)

#### 質疑

この堤体構造では、水面下に孔が開いている限り通水路内の水塊の driving force は前面と背面に働く圧力差しかないと思われそうです。そうすると線形理論では正弦的に変動する圧力差しか得られないことになります。このことは斜め通水路でも言えることです。

では、港内への流れ(一方向流)が発生するというメカニズムは何なのでしょう? なんらかの非線形効果がなければ一方向流(時間平均で)は発生しないと考えられますが、この点のお考えをお聞かせ下さい。

#### 回答

基本的にはご指摘の通りと思いますが、図-12の流量フラックスと波周期(khで表示)の関係に示しましたように周期によっても状況が異なります。実測された時間平均流速(流量フラックス)の値は表面水粒子速度の10%程度で、あまり大きなものではありません。この程度であれば、圧力差による流れではありますが、通水路の出口と入り口の条件の違い(形状や位置関係)で抵抗差が生じているのではないかと考えています。出入り口の条件が同じである水平型では流量フラックスが生じていないことがその根拠の1つになるのではないのでしょうか。実験的にのみ得られた結果であり、今後は断面2次元の解析などで検証していきたいと考えているところです。

### 論文番号 222

著者名 片岡真二, 田中昌宏, 小林英一, 小島 洋

論文題目 数値シミュレーションによる閉鎖性湾の浄化対策の検討 - 大船渡湾を対象として -

討議者 天沼照悦(茨城大学 大学院)

#### 質疑

検討浄化策の一つに、カキの排泄物の除去がありました。計算時の具体的な条件には、どのように反映されたのですか?(論文p.1106の図-2の生態系モデルでいうと、カキから排泄物として出している矢印部分の物理量を減らすだけでよいのですか?)

#### 回答

本生態系モデルにおけるカキモデルは、水中ではカキが存在する位置にプランクトン及びデトリタスのシンクが配置され、排泄物はカキが吸収した有機物のある割合がその直下の底泥に瞬時に輸送されると仮定して、底泥にソースとして配置されています(片岡ら,1998 参照)。したがって、今回の検討では、御指摘のようにカキからの排泄物すなわち底泥における有機物のソース量がある設定された割合で減らされています。この設定法が現実適切かどうかは、排泄物の具体的な除去方法によると考えられます。例えば、カキ筏の直下にネットなどを設置して排泄物の底泥への沈降を阻止するような手法であれば、本シミュレーションの設定法でも適切と考えられます。

### 論文番号 225

著者名 滝川清, 鈴木敦巳, 古川憲治, 大本照憲, 山田文彦

論文題目 有明海の白川・緑川河口域における干潟環境特性とその評価に関する研究

討議者 中川康之(港湾技術研究所)

質疑

- 1) 白川及び緑川河口での濁度の鉛直分布(図-5, 6)について、緑川河口では上げ潮時に濃度が高くなっているが、上流側に堆積域があると考えてよいのか?
- 2) 白川での濁度の傾向(潮汐との対応関係)が緑川と異なる要因は何か?

回答

- 1) 緑川流域から流出する土砂は粘土質の微細粒子ですが、これが河口一帯に堆積しており、泥状の干潟を形成しております。上げ潮時には、この干潟表層の底泥が巻き上げられ、底面付近で浮遊物質濃度が高くなると考えております。
- 2) 白川河口域では、水深と流速が同程度であっても、浮遊物質濃度は下げ潮時よりも上げ潮の方が高く、しかも、上げ潮時には水底及び水面付近でも高くなっております。これは、白川河口域の底質が火山灰を多く含む砂質であり、緑川の底泥のように巻き上げられないことと、白川河口域では塩分濃度分布からもわかるように、上げ潮時には強混合形態が形成されていることに起因するものと考えております。

論文番号 227

著者名 宗景志浩, 小林千秋, 岩崎望

論文題目 浦ノ内湾における渦鞭毛藻プランクトンの発芽特性と出現状況について

討議者 木村敏彦(国立環境研究所)

質疑

図-9に示されている種、出現数のグラフについて

- 1) 7/8 以前は海は成層を形成していたのでしょうか? またこの時表層栄養塩のうち珪酸塩濃度はどれ位だったのでしょうか?
- 2) 7/14 前後、風などの影響により、表-底層間の混合が進んだなどの事象は観測されているのでしょうか?

回答

- 1) 浦ノ内湾では、5月頃から顕著な成層が形成されます。7/8頃の表層珪酸塩濃度は、15-20 $\mu$ M程度でありました。
- 2) 6月下旬及び7/7-7/11(20-50mm)の間には降雨がありました。まとまった降雨があれば、表層2mぐらゐまでは10-20パーミルの低塩分となります。水深の浅い湾奥及び湾口部は混合しますが、湾中央部の水深5m以深ではむしろ強い成層が形成され上下の混合は生じません。湾奥及び仁淀川のある湾口外から河川水が進入するため、表層はシリカ濃度が上昇します。そして、底層には貧酸素水塊が形成され長く維持されます。これが解消されるには、湾外水が高塩分となり湾内底層に進入する密度流(差し込み)が発達するのを待たねばなりません。差し込みが発達すれば底層の還元水や富栄養化水が湾奥から湾奥上層 湾中央層 湾外へと鉛直循環が生じ、湾内全体に拡がり差し込み直後には水質が悪化したり赤潮が発生したりします。

討議者 天野邦彦(土木研究所)

質疑

- 1) 現地での種組成変化が大きいデータがあったが渦鞭毛藻から珪藻に変化した時にどのような環境変化があったのか教えていただきたい。
- 2) シストの発芽について、攪拌した条件としない条件で、特に冬にサンプルされたサンプルで、水温に対する反応が逆になっているようだが、どのような理由によるものなのか、またシスト発芽には絶対水温か水温変化かどちらが影響が大きいのか教えていただきたい。
- 3) また、実験的な問題として対照実験に使ったサンプル間で元々のシスト数にはばらつきがあり、この影響が結果に影響することはないのでしょうか? 発芽率のようなパラメータを使うと改善できると思うのですが。

回答

- 1) 前のご質問と同じく図-9で説明します。6/23から7/8まではGymnodinium mikimotoi, Chattonella sp.などの渦鞭毛藻類やラフィド藻類が優占種でありました。ところが、7/11にはこれらはほとんど消滅し、同じ渦鞭毛藻類でもGyrodinium dominansが優先的にみられました。この時期、栄養塩、微量金属類、CTD観測、DO, ORP, 光量子、透視度など様々なものを共同して測定していましたが、これといった環境変化は見あたりませんでした。昨年の海岸工学でもこれらの点について報告し、多くの質問もいただきましたが、Chattonella sp.がGyrodinium dominansによって捕食されるという報告があることから、その可能性のあることを指摘しました。同じデータを用いて、ChattonellaからGyrodinium dominansへの遷移に注目した解析結果を、共著者の秋沢、岩崎、上田、宗景が1999

年4月に海洋学会で報告しております。

- 2) 図-5(左)の攪拌区実験結果に対するご質問と考えます。ご指摘の点については、著者らも最後まで検討しました。これらは湾内全域の複数点で、10月以降3回のサンプルによる実験結果であり、冬になるにつれて増大する傾向を単に実験誤差と見なすわけにはまいりませんでした。そこで、本文3.4節(1133ページ)に述べた苦しい考察を加えました。

シストは厳冬期の最低水温を体験することによって発芽の鍵が解け、その後一定の積算水温を経験すると発芽するという説があります。しかし、第一著者である宗景は、さらに次のような考えを持っております。すなわち、シストは常に周囲温度を感じており、シストになった後積算水温が満足されて成熟するならば、最低水温を経験せずとも発芽するのではないかと考えています。本実験では夏から秋にシストになったものが、28度という高水温下で一日おきに泥をかき混ぜたため、特に温度刺激が加わってそのまま低温を経験することなく発芽してしまったと考えられます。

事実、夏から冬にかけて暑い年であった1997年には、冬の12月3日には *Prorocentrum sigmoides* BoHM の大赤潮を見ました(上田他;高知県浦ノ内湾における渦鞭毛藻 *Prorocentrum sigmoides* BoHM の赤潮, 日本プランクトン学会誌, 45(2), 149-153, 1998)。この赤潮は浦ノ内湾の夏場にも経験したことのないほどの高濃度でありました。

- 3) ご指摘のとおりであります。そこで、著者らは実験結果を整理する際、統計的にばらつきが大きい場合は、実験をやり直したり、(実験出来ない場合には)完全に棄却したりしております。発芽率は初期シスト数を数えておかねば求めることができません。湾内全域でこれを行うには、余りにも気の遠くなる仕事で、今のところ著者だけでは不可能であります。

論文番号 228

著者名 加藤史訓, 佐藤慎司, 三輪竜一

論文題目 海岸域の底生生物とその生息環境に関する全国的調査

討議者 不明

質疑

サイズ(殻長)別の結果を示して欲しい。サイズ(同一年級群を示す factor)は物理環境と生物の反応を解析するうえで重要。

回答

今回の整理では、同時出生集団を比較するための解析は行っていない。また、収集した報告書においても殻長別測定は行っておらず、この点からも解析できない状態である。

なお、本報告は、「海岸域生物環境調査マニュアル(試行案)」(建設省, 1995)に基づき、海岸保全施設が設置された沿岸至近域での調査結果を全国レベルで収集し、底生生物の全国的な比較を行ったものである。このマニュアルでは、従来、知見の乏しい外海性砂浜域を中心とし、海岸保全施設と生物の関係を抽出していきたいとの主旨で始まり、特定種の調査に偏らず、海岸全体の生物生息状況を把握できるような構成となっている。

その意味では、ご指摘のような解析は今後の課題である。

討議者 矢持進(大阪市立大学工学部)

質疑

マクロベントス相は季節的に大きく変動する場合があるが、全国的で季節性を考慮していない調査結果を整理する際に際して、季節性によるバラツキをどう補正されたのか? また、その他サンプリング方法の違いによるバラツキをどう補正されたのか?

回答

発表時点では、整理にあたり季節的な変化を含めた整理は行っていない。今後、季節的な変化を含めた解析を行っていく予定である。

また、調査方法の不統一(コードラートの面積, 採取層厚さなど)や使用する単位の取り扱い(個体数/0.05m<sup>2</sup>, 個体数/m<sup>2</sup>)などに基づく比較の困難さは、「海岸域生物環境調査マニュアル(試行案)」を検討する時点で指摘されている。そこで、調査マニュアルでは付着生物などの分析結果表の備考に、基準とする採取面積を記載させる一方で、実際に採取した際のコードラートのサイズを明記させるようになっている。今回の解析では、単位面積(m<sup>2</sup>)あたりの出現湿重量に換算して比較し、特に異常な値と思われるものを除外するにとどめた。なお、今回のマクロベントスの調査結果には、(個体数/0.03m<sup>2</sup>)から(個体数/m<sup>2</sup>)まで10段階の表記が認められた。

討議者 上月康則(徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻)

質疑

COD, IL は間接的にしか有機物量を測定していない。是非, CHN コーダ , TOC 計で有機炭素量, 炭素量を測定していただきたい。

回答

沿岸域を物質循環的な観点から整理するのであれば, 炭素量等の元素を指標として循環経路とそのフラックスを追うことが重要であろうと思われる。

今回の調査では海岸保全施設のある沿岸域の特性を抽出したいという視点があり, これらの指標を用いた。

#### 論文番号 229

著者名 山下俊彦, 高橋和寛, 近藤正隆, 桑原久実, 坪田幸雄

論文題目 岩礁性生物ウニ・海藻への漂砂の影響に関する実験的研究

討議者 徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻

質疑

1) シオミドロを対象海藻とした理由

2) 実験系で対象とした環境と季節

回答

1) 実験では, 海藻としてホソメコンブを予定し, ホソメコンブの遊走子を採取してコンクリート塊に着生をさせたのですが, 海水, 光の強度等の培養条件が悪く実験の時期には, 少しホソメコンブも生残しているものもありましたが, シオミドロが一番大きく育ってしまったので, それを使用しました。

2) 北海道南西日本海沿岸の磯焼けの海域で, 季節は波の穏やかな夏季から波の激しくなる冬季までの全ての季節を考えて, 様々な流速・水温で実験しています。

#### 論文番号 230

著者名 桑原久実, 金田友紀, 川井唯史

論文題目 波浪によるウガノモクの幼胚および成体の基質付着限界

討議者 中瀬浩太(五洋建設)

質疑

成体の基質付着限界が, 流出期である4月のデータで評価しているが, 日本海側で, 最も大きな波浪がくる時期で, 比較すべきでないか? 表1では, 2月の波浪が最大となっているが?

回答

ウガノモクが生育している水深1.5~2mの様に浅い水深では, 波浪流速は, 沖波波浪と対応したものには, 成りません。大きな波浪に成れば, 沖で砕波してしまい水深1.5~2mでは減衰し, 小さな波浪流速になるからです。

本研究の場合, 4月では, 有義波を与えると, ちょうど水深2m当たりで砕波するようになり, 図10のa)底面流速の図が描かれています。

討議者 倉田健悟(徳島大学大学院)

質疑

自然の群落において, 年間に流失するウガノモクの現存量はどのくらいか?

また, 多年生であるウガノモクが1年間生存して, 翌年も付着基質が残っている割合は, どの程度か?

回答

まだまだ, データが不足しており, 答えることができません。

討議者 谷野賢二(北海道東海大)

質疑

1) 数値計算において, 波浪特性として1/10最大波を用いている。その考え方を教えて欲しい。

2) 抗力係数のばらつきは3倍程度である。付着限界の推定で, 安全率 を40とするのは現実的ではないのではないか?

回答

1) ウガノモクが基質から波浪によって剥がれる現象は, 最大波の時に生じるのか, 1/10 最大波の時か, それ以外か,



今のところ良くわかっていないのが現状です。この辺を良く見極めるために、荒天時に観測する必要がありますが、危険を伴い、なかなか難しいです。今回はとりあえず、1/10 最大波を用いて解析を進めてみました。

2) 論文に明記しているように、群落内部では非常に成長が良く藻体の表面積は大きい、群落外縁では波浪の影響により枝が少なくスリムな藻体となり表面積は小さい。このため、抗力係数は、ばらつきます。

また、式(1)の  $F_b$  は現地での破断試験から求め(100N)、 $F_d$  は式(2) (4)で求め(波浪流速は4月の計算結果を使用)、を算出しますと40になります。Michell T.Friedland Mark W.Denny\*らも同様な解析をしましたが、付着力が非常に強く、 $C_d$  は12となっています。

\* Michell T.Friedland Mark W.Denny(1995):Surviving hydrodynamic forces in a wave-swept environment:Consequences of morphology in the feather boa kelp, *Egregia menziesii*(Turner),J.of Experimental Marine Biology and Ecology,190,pp109-133.

#### 論文番号 231

著者名 町口裕二, 山下卓也, 伊東公人, 谷野賢二

論文題目 波浪環境下におけるエゾバフンウニ稚仔の棲み場の評価

討議者 中山哲蔵(水工研)

#### 質疑

実際には石は3次元構造ですが、この実験は表面が平面であるのでそのまま結果を現場に適用するのは疑問です。今後、石の場合等を考えておられますか。

#### 回答

ご指摘のとおり、本実験の結果を直接漁場に当てはめるのは無理があります。しかし、現実の漁場は複雑な起伏を有しており、これを定量的に再現することは相当困難が伴います。そのため、本研究では基質が集合した結果生じる空隙に注目し、実験を行いました。今後、基質の3次元構造についても検討したいと考えております。

投石を中心とした基質投入による漁場造成は各地で行われてきましたが、設計は基質の安定性のみに重点がおかれ、基質の大きさや形状および生物活動との関連についてはほとんど考慮されていないのが現実であります。これからの漁場造成には、構造物の安定性のみならず、生物の特性にあった構造とすることが重要な課題となります。本研究はそのための第一歩と考えています。

討議者 (徳島大学大学院工学研究科)

#### 質疑

人工基質の想定される活用法について教えて頂きたい。

#### 回答

実験に用いた人工基質は、あくまでも玉石、転石をモデル化したもので、実験以外での使用は考えていません。天然の玉石、転石に相当する人工基質は砕石を敷き並べた着定基質工で、ウニ、アワビ、コンブなどの増殖場として使用されています。

討議者 倉田健悟(徳島大学大学院工学研究科)

#### 質疑

ウニ稚仔の基質選択実験において、隠れ場所としての空隙容積とウニの個体数の関係はどうか。ウニが基質を選択できる十分な低い密度であったか。

#### 回答

空隙容積はウニが隠れるのに必要な量がありました。本文図-5および図-7で示したように、静水時、基質上面で自由に行動していたウニは、流れの作用とともに流れの小さい空隙へと移動しました。空隙容積が大きく空隙内の流速低減が小さい場合のみ、空隙から逃げ出すウニが見られました。この場合、空隙内は他の空隙容積のときよりも十分低いウニ密度でした。

#### 論文番号 232

著者名 桑原伸司, 松山恵二, 竹田義則, 北原繁志, 清野克徳, 金川均, 谷野賢二

論文題目 藻場生産力予測シミュレーションモデルの開発(第2報)

討議者 上野成三（大成建設）

質疑

- 1) 月別の栄養塩利用率の結果が11月から12月で不連続な形となっているのは不自然ではないでしょうか。
- 2) 栄養塩利用率の説明パラメーターが月別となっているが、より一般的なパラメーター（水温・日射・栄養塩濃度 etc）でも求められないか。

回答

- 1) 今回対象としたホソメコンブは1年生であり、12月を成長開始（発芽）とし、翌年の11月までに枯れる生涯モデルとし、栄養塩利用率を求めました。このため、最終の11月と開始月となる12月には連続性がありません。
- 2) ご指摘の外的物理量について、過去に検討を試みております。

その結果では、ホソメコンブが老生期にも成長を示す結果となり、成長曲線を再現することが不可能でした。

これは、ホソメコンブの成長を考える上で、幼体期の個体は外的物理量の影響を敏感に受けやすく、逆に老生期の個体では外的物理量の影響を受けないという生理的な影響によるためと考えられます。

そこで、今回は「栄養塩利用率」としてホソメコンブの成長の度合を12月の成長開始時期からの時間経過（月別）で示しました。

論文番号 233

著者名 佐見誠，三橋宏次，鹿田正一，吉村直孝，勝部昌彦，寺嶋博

論文題目 藻場造成を考慮した防波堤の効果評価

討議者 清野聡子（東京大学 総合文化）

質疑

漁港事業における構造物の設置は、沿岸漁場としてのポテンシャルの高い海域を破壊してしまうというジレンマがある。これは深刻な事態である。その際に、構造物の細部のみでなく、全体の形状に注目して評価の研究を行うことが望まれるのではないかと。特に、潜堤が凹凸型の等深線を横切って設計されているが、これでは生物的には磯魚の行動やあるいは周辺の地形、流れに影響を与えるであろう。せめて、原地形にあった構造物の形状を工夫できないか。

回答

構造物本来の機能（波浪や流れの制御）を維持しつつ、もっと広範囲での影響評価や全体形状に対する検討を含めた総合的な評価の研究を行うことが望ましいと考える。

等深線に構造物の法線をあわせることは、可能と考えられる。基本的には、法線形が海に凸型になるのであれば問題ないと考えるが、凹型である場合にはエネルギーの集中を伴い、危険な構造になると思われる。また、こうした構造を実際に検討する場合には、設計における検討項目がかなり多くなること、施工性（施工能率）が低下することが考えられる。

討議者 入江光一郎（三洋テクノマリン㈱ プロジェクト開発部）

質疑

- 1) 本研究の結論の（会場発表したプロジェクター原稿）（4）に、人工的な潜堤構造物が自然海岸と同じような生態構造を有しているかのような説明があったが、本研究の結果だけでそのような結論を出すのは早急ではないかと考えるが、考え方を聞かせていただきたい。また、発表内容を伺っていても、水産振興のために人工構造物を建設することの正当性を主張しているようにも思えるが、いかがなものでしょうか。
- 2) ご返答いただいた中で、調査方法が確立されていない旨の言を賜ったが、確かにその通りと思うものの、（1）附着生物の着生量は周辺効果により溝部分に多く着生すること。また、時間と共にその効果が少なくなること。（2）その場の生態系の解析資料として、波浪、底質粒径などの物理条件、食物連鎖の経過を把握する手法としての胃内容物検討、ベルトトランセクト調査などの手法を組み合わせる方法が効果的と思われること。等を検討し、自然海岸と人工構造物の比較をやっていただければ、事業効果の検討にも有効と考えるがいかがでしょうか。

回答

- 1) 結論としては、「事前調査の結果と比較した場合に、垂直構造物（ケーソン式混成堤）よりも潜堤が自然海岸に近い傾向がみられるようであるが、今後も調査を継続することで確認していく必要がある。」としているので、指摘されているような結論ではない。

また、この調査は『自然調和型漁港づくり』の事業評価を行う上で、生態系に対する評価手法が無いこと、生態系としてみた場合の回復の程度を表す一般的な指標が無いこと、という現状に対して、そうした面での一つの検証データの提供を行っているものであり、水産振興のために人工構造物の建設を正当化するという主旨ではない。

2) 質問の意味が分からない部分があるが、今回の調査の目的・考え方を簡単に説明する。

ご指摘いただいた(1)の傾向については、サザエ用の溝に対するサザエの蝸集効果については、今回の調査で確認された。(2)については、今までの自然調和型漁港づくりで行われてきたモニタリング調査の範囲内で、解析方法を工夫することで何か生態系を評価できないかと考えたものであり、基本的に評価軸としては付着生物の動向を中心に考えているものである。ベルトトランセクト調査は今回の調査でも取り込んでおり、胃内容物検討は付着生物に対しては現状では実施されていないと思う。今後、魚類を含めたり、より幅広い生態系を調査するようになった場合にご指摘いただいた調査方法等も考えたい。

**論文番号 234**

著者名 桑原久実, 川井唯史

論文題目 北海道寿都町美谷海域の沿整施設におけるホソメコンブ群落の形成機構

討議者 内山雄介(港研)

**質疑**

月別のウニ摂食圧の分布を計算する際に、平均有義はデータを使用しているが、その考え方を教えて下さい。最大波を使わないのは、何故ですか？

**回答**

キタムラサキウニが海藻を食べる行為に、波浪流速がどのように関係しているか評価する必要があります。例えば、最大波が生じると、ウニはびっくりしてしまって、石の裏面に隠れ、全く出てこないのであれば、最大波を用いた解析が必要になると考えます。しかし、実際、キタムラサキウニは、食欲旺盛で、時化になると隠れたり逃げたりしますが、時化が無くなるとすぐに海藻のあるところへ移動し食べだします。このため、ウニの食圧から護られる海藻の分布域を評価するには、その場に、平均的に来る波を用いて解析する必要があるわけです。ここでは、平均的な波として、有義波を用いて解析してみました。

討議者 日野幹雄(中央大)

**質疑**

たいへん明解な説明で、感心しました。

しかし、このような物理的要因でウニ食害の説明できるとすると、近年、磯焼け地帯が増えているのは、海象の変化によるのであろうか？

**回答**

近年、磯焼けした海域は、拡大傾向にあるのは、藻場面積の調査、ウニ類の漁獲量から事実のようです。

従来の研究では、この原因として、

- 1)冬期の平均水温が高くなっていること。
- 2)冬期の栄養塩が低くなっていること。

などがあります。

これは、冬期に暖流の勢力が強くと、寒流の勢力が弱いと、水温が高く、栄養塩が低くなります。その結果、ホソメコンブの成長不良、ウニの摂食量は大きくなり磯焼けが進行すると考えられています。

波浪を考慮して、磯焼け海域の拡大を研究したものは無いので、是非挑戦してみたいと考えています。

おそらく、水温、栄養塩、波浪は、強い相互関係を持ちながらウニと海藻のバランスを制御しているように感じています。

**論文番号 235**

著者名 井上雅夫, 島田広昭, 桜井秀忠, 端谷研治

論文題目 大阪湾沿岸および東播海岸における人工磯の付着動物相に関する現地調査

討議者 清野聡子(東京大学・総合文化)

**質疑**

- 1) 人工磯は本来の磯の生態系・地形を再現すべきである、とすれば、種類のみでなく、内容(どんな種により構成されているのか)にも言及すべきだと思います。この点の認識について教えてください。
- 2) 人工磯の生態系の議論は、非常に重要だと思います。但し、海岸工学の論文が参考資料として、事業の意味付けに使用される場合もあり得ます。本研究が、自然の良好な状態の磯をつぶして人工化する拡大解釈の根拠とならないため

には、「読まれ方」として、どこが重要かと思われますか？

回答

ご討議いただき、ありがとうございました。

講演会場内外での議論で、著者らの人工磯に対する考え方をご理解頂いたことと思いますが、再度回答させていただきます。

- 1) ご指摘のように、種類のみでは、種構成は勿論、多様性や繁栄性についての情報は得られません。そこで著者らは多様性指数や繁栄指数のほかに付着動物の種構成を表現するものとして、生息割合なる生物指標を定義し、それについても若干の考察を行っております。(たとえば、井上ほか：人工磯の地形と付着動物の多様性および繁栄性に関する現地調査, 海洋開発論文集, Vol.14, pp.47~52. 1998.) ご指摘のことについては、この生息割合を調べることによって、ある程度のところまで検討できるものと理解しております。
- 2) 著者らが研究の対象としている人工磯は、大阪湾などのような閉鎖性湾内で、しかも大都市近郊のものであります。海岸工学の論文、(少なくとも著者らのもの)が天然磯を人工化するための免罪符になるような読まれ方は期待しておりません。

#### 論文番号 236

著者名 宇多高明, 内田光一, 石橋伸夫, 入江光一郎, 牧嶋正身, 大堀裕子

論文題目 猪鼻湖湖岸における生物活動の活発・不活発ゾーンの形成と作用波浪の関係

討議者 中瀬(五洋建設株式会社技術研究所)

質疑

シルトの底質は生物的活動が不活発であるとのことですが、シルト質の潮間帯では、ヤマトオサガニやベンケイガニ等が活発に行動している。干潟化すれば生物的活発が高くなるのではないのでしょうか？

回答

「シルトで覆われた底質は生物的活動が不活発である」という意味は猪鼻湖の浅海部での観察結果にもとづいております。ここでいう不活発ゾーンは、ご指摘いただいている干潟域ではありません。確かに一般論として潮汐変化により一時的に干出するような場所では生物の生息量が多い(生物活動が活発)とされています。このようなことからすれば猪鼻湖に干潟域を造成することが生物的活動を活発化できると思われますが、いわゆる浅場を干潟化するには、効率面や経済的観点からも十分な検討が必要と考えます。

#### 論文番号 237

著者名 灘岡和夫, 二瓶泰雄, 横堀達也, 熊野良子, 大見謝辰男

論文題目 サンゴ礁海域の水環境に関する陸水・外洋水影響の検討

討議者 内山雄介(港研)

質疑

- 1) 砂浜, 干潟と比較して, リーフ内の熱構造はどのような違いが見受けられるか？
- 2) リーフ内の地形分布はどのようにになっているか？

回答

- 1) リーフ内海域と砂浜, 干潟の温熱環境を比較した場合, 熱収支的な観点から述べますと, 水深が浅いために大気からの熱輸送の影響を強く受けやすいという点では類似しているものと考えられます。また, 水平移流・拡散熱フラックス成分も, 各海域に共通して重要であることが分かっていますが, リーフ内海域ではその地形の複雑さから, 水平移流・拡散熱フラックス特性が, 同程度の水深の近接した場所においても大きく異なっており, 同一リーフ内で非一様な水温分布となることが本研究の観測より明らかとなっております(これに関しては, 別途論文を投稿する予定)。さらに, リーフ海域では透明度が一般的には高いことから, 太陽光が十分海底面まで到達するため, 海底面上における熱輸送も重要な役割を果たしているものと考えられます。
- 2) リーフ内における地形分布は極めて複雑であり, パッチ上にサンゴ群落が様々な空間スケール(数 m~数百 m)で存在しています。それを示す一例として, 著者らが衛星データ解析を通じて算出したリーフ内水深マップがありますので, そちらも参照して下さい(灘岡ら, 海講, 1999)。

**論文番号 238**

著者名 瀬岡和夫, 二瓶泰雄, 熊野良子  
論文題目 高解像度水深マップを用いたサンゴ礁海域の流動シミュレーション  
討論者 中川康之(港湾技術研究所)

**質疑**

サンゴの生息状況(白化等)と流れなどの物理環境との関係は明らかとなっているのか?

討論者 浅野敏之(鹿児島大学)

**質疑**

- 1) 礁池と外洋の平均的水深はいくらか.
- 2) リーフギャップでの水深急変(メッシュサイズとの関連を含めて)は計算結果に影響を与えるか.
- 3) 干出する浅瀬は移動境界として扱っているか.

討論者 上野成三(大成建設)

**質疑**

- 1) リーフエッジの水深が流れパターンに大きく影響すると思いますが,衛星画像解析からリーフエッジの水深はどのように算出しているのですか?特に砕破によって画像がマスクされている部分ではどのような処理をしていますか?
- 2) サンゴ礁海域では浅いリーフ内と深いリーフ外の2つの海域を一度に解く必要があるため,一様格子のグリッド系では計算時間が膨大となります.サンゴ礁海域の計算では,不等間隔グリッド,ネスティングなどが必須だと思います.

討論者 和田明(日本大学生産工学部)

**質疑**

サンゴ礁のイメージに係わるのですが,水深とはどういう意味ですか.また,数値計算におけるサンゴ礁上の摩擦項の取り扱いはどうしたのですか.

討論者 田中昌史(鹿島建設技術研究所)

**質疑**

- 1) 計算メッシュの解像度は同じにしておいて(たとえば30m),水深データの解像度を变化させた場合の流れの解析結果の变化はどうか?(ある程度水深变化を考慮して,後は渦のスケールを細かく考慮すれば所定の精度が確保できるのではないか?)
- 2) サンゴの生態系にとって,流動物のどのくらいのスケールまでが重要なのでしょうか?

**論文番号 239**

著者名 中西敬, 上嶋英機  
論文名 埋立前後における生態系の構造と機能の変化に関する定量的評価の試み  
討論者 和田明(日本大学 生産工学部)

**質疑**

今後,埋立造成のプロジェクト等は,環境保全の観点から,従前ほど容易には遂行できなくなることが考えられる.この面から,この課題を取り上げて御検討されたことに敬意を表します.

ただ,埋立前の生態系が埋立後にこれを補償する生態系の出現を期待するには,十分な調査,研究が行われて,始めて言えることで,その意味では今後の切実の検討課題と思います.

**回答**

生態系の構造と機能を把握・評価するための調査が,必ずしも充分には実施されていない状況下で,このような定量的な評価を行うことについて私自身も限界を感じており,今後さらに調査・研究を行うべきであると考えます.ただし,海の生物,生態系に関する調査については,一研究者や一研究機関が対応できない程の作業量,莫大な費用を伴うのが現実であり,そのような現実を踏まえ,事業に伴い精緻なアセスメント調査やモニタリング調査が実施されること,それらのデータが公開され,使用できるようになることが非常に大切であると考えます.その際にどのような観点でデータを捉え,いかに評価できるのか,またすべきなのかを常に考え準備しておくことが,我々の役割であると考えます.

討議者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

質疑

影響評価すべき空間及び時間スケールをどのような考え方を基に決めるべきか、お考えが有れば教えていただきたい。

回答

ここで試みた定量的な評価は、護岸の付着生態系に着目したものであり、また、定量化の時間スケールは1年間の平均という形をとっています。埋立については、流れの変化の問題を含めてさらに周辺への影響を評価すべきであり、かつ、生態系に関する長期的な変遷を考慮すべきであると私も考えております。

前者については、ここでの付着生態系の機能を1つのコンパートメントとして浮遊生態系のモデルに組み込むことによって、広域的なシミュレーションの中でその影響範囲を予測し、考慮すべき空間スケールを設定することが可能になるかと考えます。

後者については、埋立等によって海域の環境が悪化したこれまでのプロセスを経年的、定量的に捉えることによって、逆に考慮すべき時間を設定することが可能ではないかと考えますが、具体的な手法については現在検討中です。

論文番号 240

著者名 中瀬浩太 島谷 学 関本恒浩

論文題目 船舶航跡波影響下のアマモ分布条件

討議者 二瓶泰雄（東工大・院）

質疑

土砂の供給プロセスが無いところへ、底質ごとアマモを移植しても長期的に見た場合アマモ場は消失してしまうのではないか。

回答

その可能性は考えられます。アマモの移植に当たっては、土砂の供給が有る場所を移植場所に選定することあるいは、何らかの方法によって土砂供給を行うことが必要であると考えられます。

討議者 浅野敏之（鹿大）

質疑

アマモの生育環境は底質の移動より、葉状体への流体力と根の把持力の関係で決まるのではないか。

回答

アマモの葉（高等植物につき、葉状体ではありません）は非常にしなやかで、流体力は逃がしてしまうのではないかと、また根に負担がかかる程度の流体力があるような場所では底質が不安定であると考えられ、種子や芽の埋没が期待できないのではないかと考えています。したがって、アマモの成長するメカニズム（芽や種子が埋没する必要がある）を考慮すると、底質の移動が第一義的であると考えています。

討議者 倉田健悟（徳島大・工・エコシステム工学）

質疑

- 1) 埋め立てによって失われるアマモ場の新規造成場所として、本来アマモが生息しないような、船舶航跡波の影響のおよび地点が選ばれているのはなぜか。
- 2) 環境を改変した上にアマモの定着を維持するための費用が膨大にかかると思われるが、本研究の地点が選定された経緯を説明していただきたい。

回答

- 1) 本研究は移植場所を設定するための条件を抽出するために船舶航跡波の影響するアマモ場について、アマモの分布場所を推定したものです。
- 2) 当該地点については、埋め立て申請に対する環境庁長官意見であるとのこと。研究地点の設定については、の通りです。

討議者 伊藤哲文（東洋建設）

質疑

アマモ移植後の生存状況（率）について

#### 回答

本論文は、船舶航跡波影響下のアマモ分布の可否について論じたものです。外的要因によるアマモ株の生存率、密度については今後の検討対象と考えております。

#### 論文番号 241

著者名 中西敬, 中山哲巖, 鹿田正一, 佐見誠, 大西晶, 安田淳

論文題目 生態系モデルによる生物の生息に適した港内水域環境維持のための導水方法に関する検討

討議者 日野幹雄

#### 質疑

D Oを増すのに、導水ケーソンを考えているとのことであるが、他の方法として徳山工専、大成教授のマイクロバブル発生装置は効果が大きいと聞いている。

#### 回答

D Oを増加させる方法には様々な方法があり、対象とする海域もしくは湖沼の環境特性に応じて方法を選択すべきであると考えます。ここでの命題は、自然調和型漁港づくりですので、あくまでも自然のエネルギー（波浪）を用いた導水によるD Oの供給が適していると判断しました。

#### 論文番号 242

著者名 渡辺正孝, 木村敏彦, 天野邦彦, 木幡邦男, 志々目友博

論文題目 栄養塩成層下における藻類種遷移と *Chattonella* 赤潮発生過程のモデル化

討議者 日野幹雄（中央大）

#### 質疑

「渦鞭毛藻にシャットネラが押さえられている」ということであるが、それは増殖率の違いか？その差はどのくらいか。

#### 回答

増殖率の違いで説明されている。 $f = \min[\mu_N, \mu_P]$  でモデル化している。

最大増殖率としてそれぞれ以下の値を用いています。

シャットネラ  $\mu_{\max,N} = 0.78, \mu_{\max,P} = 0.93$

渦鞭毛藻  $\mu_{\max,N} = 1.0, \mu_{\max,P} = 1.0$

#### 質疑

動物プランクトンはなぜ渦鞭毛藻の方を捕食するのか？

#### 回答

観測されている渦鞭毛藻はサイズが小さく  $\sim 20 \mu m$  程度である。一方シャットネラは  $50 \sim 100 \mu m$  とサイズが大きい。動物プランクトンのサイズが  $100 \sim 200 \mu m$  であることから、小型の渦鞭毛藻の方が捕食されやすいと考えられている。

#### 論文番号 243

著者名 藤原建紀, 山尾理, 高橋鉄哉, 笠井亮秀, 杉山陽一, 原田一利

論文題目 一次生産量の時空間分布の算定手法

討議者 矢持進（大阪市大 工）

#### 質疑

ある時空間において、増殖を制限する要因は一つではないか。光・温度・栄養塩が同時に制限要因となることは理論上考えにくいので検討してください。ある場所・時間で最も制限の強い一つの環境要因を計算に使うべきではないか。

#### 回答

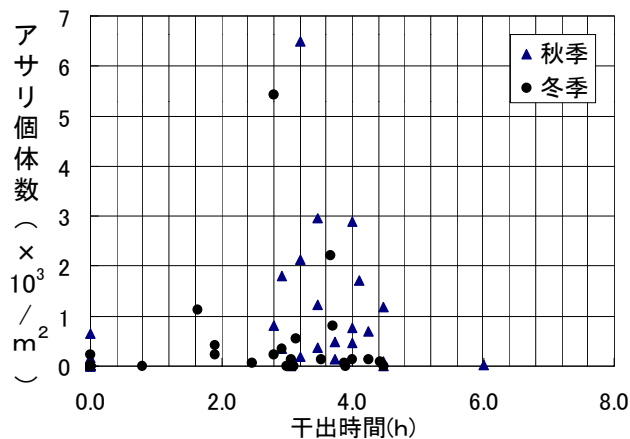
ご指摘の通り、最大増殖速度が水温の関数になり、光・栄養塩による制限項のうち、値の最も小さい項を増殖制限項とする考え方がより一般的なので、今後はこの方法を用いたいと考えています。

論文番号 244

著者名 新保裕美, 田中昌宏, 越川義功, 柵瀬信夫, 池谷毅

論文題目 現地調査によるアサリ生息量と環境要因との関係の検討 - 神奈川県金沢湾・平潟湾を対象として -  
訂正

図の差し替え, p.1218. 図 - 2 干出時間とアサリ個体数との関係.



2 4 4 - 2 干出時間とアサリ個体数との関係

討議者 中野晋 (徳島大学 工学部)

質疑

アサリ幼生の着底状況の解析で、夏場の成層期についての残差流場と比較して検討されているが、実際に着定すると思われる春期、秋期にも同様の流れ場となっているのですか。

回答

春期と秋期にも流れの計算 (風なし) を行っており、それらの残差流場は、いずれも夏場の成層期 (風なし) と同様のパターンの流れ場となっています。これは、春期と秋期にも夏期と比べて弱いものの成層していること、および1年を通じてみられる東京湾の南下流が金沢湾内の流れに大きく影響していることから、夏期と春・秋期の残差流場が同様のパターンの流れ場になっているものと思われます。

討議者 安藤亘 (社)水産土木建設技術センター 技術普及部)

質疑

アサリの個体数が多いと思われるが、干潟における一般的な量なのか。

回答

東京湾内に位置する盤洲干潟や三番瀬の調査結果などをみると、アサリの個体数が多い地点では金沢湾・平潟湾調査における最大個体数よりも多くなっています。したがって、本調査結果で得られたアサリ個体数は、干潟における一般的な量であると思われます。

質疑

アサリの採取の調査方法を教えてください。

回答

縦 25cm × 横 25cm × 高さ 10cm の枠を底質に押し込み、枠内の底質をスコップで採取しました。調査地点 1 地点につき、近傍 2 点で半分づつ、底質を採取しました。

なお、作業は、潮間帯については大潮の干潮時に陸上作業で、潮下帯については潜水作業で実施しました。

論文番号 245

著者名 竹田義則, 坪田幸雄, 永田晋一郎, 袖野宏樹

論文題目 自然環境調和型構造物における藻場の流速とウニの食害に関する研究



討議者 三村信男（茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター）

質疑 1

対象とされた藻場の面積はどの程度ですか。

回答 1

様似漁港（背後小段）：16 m × 200 m

ライントランセクト200 mと代表10～20地点の詳細調査

井寒台（天然コンブ場）：調査対象範囲は海岸線約900 m

ライントランセクト200 m（岸沖方向，水深1～4 m）×3断面

江良漁港（背後小段）：10 m × 40 m

被覆ブロック1個毎（小段全面）の観察

忍路海岸（自然海岸）：調査対象範囲は海岸線約1500 m

代表4地点の詳細調査及び，約20 m毎の海底の写真撮影（水深2～5 m帯）

（ただし年次によって，多少調査内容は異なります。）

質疑 2

食害を受けた藻場の実態を教えてください。食害は藻場全体に及ぶのか，部分的に藻場として存続できない場所が生じるのか，どういう状態でしょうか。

回答 2

食害状況は時期によって異なります。上記の調査範囲内で食害が生じている箇所においては，夏季の静穏期（7月）には食害は藻場全体に及び，藻場は消失してほとんど残っていない状況でした。

**論文番号 246**

著者名 村上仁士，上月康則，鎌倉浩仁，岩村俊平，豊田祐作  
論文題目 ナマコを活用した底質改善効果の定量化に関する検討  
討議者 三村信男（茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター）

**質疑**

- 1) 水質指標 AVS とは何でしょうか。
- 2) TOC, TP が減少する一方, TN に明確な減少が見られないのはどういう理由によるものですか。ナマコの生理特性として窒素分の摂取が少ないといったことがあるのですか。

**回答**

- 1) AVS (酸揮発性硫化物) は有機物が硫酸塩還元細菌に分解される際に発生する硫化水素および硫化物濃度で, この値が高いほど, 底質の嫌気化が進んでいることを表します。いわゆる「ヘドロ」の臭いの原因物質のひとつです。
- 2) 現在行っている実験の結果から 緑藻類アナオサに対する窒素分の摂取率は 非常に高いことがわかっております。一方, 明確な減少の見られなかった本実験の底泥は, このアナオサに比べ非常に低濃度 (0.3 ~ 0.5mgN/g) であったことから, 餌となる物質の性状いかんで窒素分の摂取率は異なる可能性が考えられます。また, 窒素減少量を明確にできなかったのは, 底泥に対する排泄物の窒素量変化が測定精度 (0.1mgN/g) に近く, 極めて微量であったことも原因のひとつとして考えられます。

討議者 内山雄介 (港研)

**質疑**

ナマコ自体の生育環境 (水質, 流れ, 波) はどうなっているのでしょうか。どういう場所 (海域) で本手法が適用可能なのですか。

**回答**

生育環境の流れ強さや波の強さの具体的な数値はわかりませんが, 本実験に用いたクロナマコは富栄養化が進み, 陸水の影響が強く, 嫌気的な底泥が存在する内湾性水域に多く見られます。適用可能条件としては次のものが考えられます。夏期に急激な貧酸素化が起らないこと, 夏期に休眠可能な磯間の存在する岩礁に類似した構造物がある環境。ただし, マナマコにはクロナマコの他に, アカナマコ, アオナマコがあり, これらが水深 1 m 程の磯場で枯死した海藻や底質中の有機物を摂食しているのも数多く見ることはできますので, 底質中有機物摂食生物としてマナマコは幅広い環境で扱うことができると考えております。

**論文番号 248**

著者名 仲座栄三, 津嘉山正光, 川満康智, 砂川恵輝, 北村康司, 川上和宏  
論文題目 定点観測データから捉えたサンゴ白化の一因としての海水温の変化について  
討議者 石田裕 (金沢大学)

**質疑**

台風通過に伴う海水温低下のメカニズムが図-11 のようなものであるならば, 1997 年 8 月 10 日の台風通過時の温度低下と同様の温度低下が, 8 月 16 日の台風では生じないのはなぜか?

**回答**

通常, 夏場の海水温は, 水深 50m 付近に温度躍層が存在し, 海表面から躍層位置までは, ほぼ一定温度で, その後水深と共に低下するというような分布形をとります。本論で説明したように, 大塚らは, 躍層位置が台風後通過後 100m 程度まで下がり, 躍層上下の海水温が約 3 度ほど対照的に変化するとする観測例を報告しています。そのようなデータから判断すると, 短期間に台風が相次いで通過するとき, 先行する台風で十分攪拌された状態の海域に, 続いて後続の台風が通過することになり, 水深方向により一様化した状態の海域を攪拌するため, 温度変化の規模は前者の台風程現れない可能性もあります。

しかし, これはあくまでも図 11 に示すようなメカニズムに従うと想定した場合であり, 本論に説明したとおり, その他いくつものメカニズムが想定されます。沿岸沈降・湧昇などコリオリ力に付加して起こる現象や, 断面 2 次元で考えても, 吹き寄せなどの効果も十分に考えられます。いずれにしても, ご質問の件については, 上記のように先行した台風による水温の平滑化の効果のため, 後続の台風による影響が見かけ上小さくなるというようなことで説明できるとは考えております。

このことに関しては, 次のコメントにも関連し, 今後詳細な解析を進めて行く予定にいたしております。

討議者 駒口友章 【(株)テトラ】

質疑

台風が発生する時に海面からエネルギーを吸い上げるので、T9711 と T9713 とで水温上昇の程度が違うのは台風の勢力の差である可能性がある、その点について調べられてはどうか？

回答

ご指摘の通り、台風通過前後の海水温の変化には台風諸元が重要なパラメーターであろうと想定している。今後ともデータを蓄積すると共に解析を続けていきたいと考えております。

論文番号 253

著者名 近藤俊郎，谷口史一，渡部富治，浜田和哉

論文題目 新型振り子式波浪発電の現地性能試験

討議者 石田啓（金沢大学）

質疑

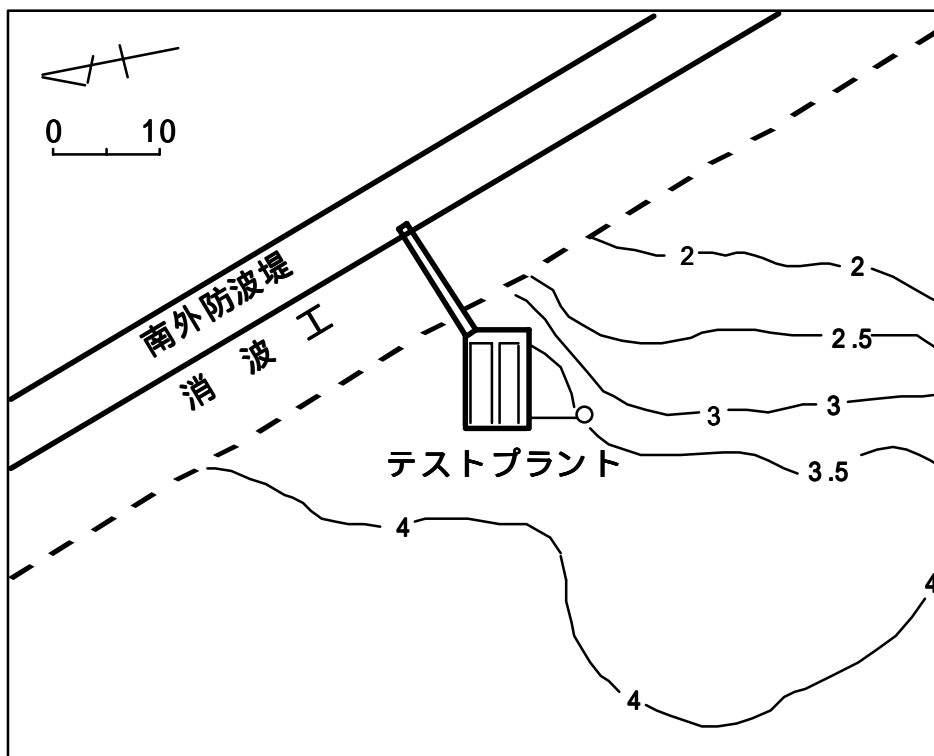
パワー効率が大変良く、効率が 100%を越えているものがあるが、これはなぜか？

回答

質疑に「効率」とあるが、100%を越えているものは一次変換効率である。一次変換効率は「ポンプ入力」の「水室幅員 B の入射波パワー-BW {W: 単位幅あたりの入射波パワー (kW/m)}」に対する比 (%) である。これをふまえて、著者らは一次変換効率が 100%を越える理由として主に次の 2 点のように考えている。

1. **ポイントアブソーバ的効果**：現地ケーソンは下図のように孤立しているので、入射波パワー-BW よりも多くのエネルギーを吸収する効果、すなわちポイントアブソーバ的効果が若干存在する。
2. **砕波による影響**：水深が  $h=3$  (m) と浅いので、波高が 2 (m) 以上になると砕波状態となるケースがある。この場合、2 倍周期波の 2 次波が卓越し、 $W (H^2T)$  を見かけ上小さく見積もっている可能性がある。

しかし、どちらの原因が卓越しているかはまだはっきりと判っておらず、今後の検討課題としている。



**論文番号 254**

著者名 阪東浩造, Lesley Ewing, Sherilyn Sarb

論文題目 カリフォルニア州で適用が始まったサンドミティゲーションプログラム

討議者 加藤一正 (運輸省 港湾技術研究所)

**質疑**

- 1) 侵食対策工としての離岸堤(砂浜ではなく沖につくる構造物)の場合もこのプログラムが適用されるのか?
- 2) 漂砂源が海岸にない場合,例えば河川の上流にダムを建設するような時も,このプログラムが適用されるのか?

**回答**

- 1) このプログラムが実行されるようになってから,カリフォルニアでは離岸堤や突堤は建設されていない。これらの構造物が提案された場合には,建設後に下流側の砂浜侵食が予想される。過去に要求されたこれらの影響緩和策の一つは,事前に下流側砂浜に砂を補給しておく方法である。この場合,事前の砂補給が適切であり,長期の砂浜侵食が発生しないことを保証するためのモニタリングも課されている。この他にも,サンドバイパスなどの方策が行われていて,このような対策が,防波堤や突堤による影響を緩和する策として有効に用いられている。
- 2) このプログラムは適用されていない。ただし,ダムや洪水調整のための低地帯により,膨大な量の砂がトラップされるため,いくつかの計画が計画されたり実行されたりしている。現在,水供給あるいは洪水調整の役割を果たせなくなった幾つかのダムを撤去する計画がある。この計画に関する重要な問題は,自然の持つ,海岸までの砂輸送機能をどのように回復するかである。なお,ダムは今まで多年間にわたって多くの人々に利益をもたらしてきたので,今のところ,撤去は州や連邦政府の予算で実施される計画になっている。

また,カリフォルニア州の幾つかの郡では,たまった土砂を掘り出し,分別して養浜に利用できる砂材として用いるプログラムが進行中である。

**論文番号 255**

著者名 渡辺宗介, 清野聡子, 宇多高明, 芹沢真澄, 三波俊郎, 古池鋼

論文題目 防波堤の建設に起因するサーフスポットの形成機構

討議者 高山知司(京大防災研)

**質疑**

砕波の状態は海底地形と密接に関連しているので海底地形図を示して欲しいが,海底地形図はあるのか?

**回答**

片貝漁港周辺の海底地形図を以前に見たことはあるが,その海底地形図はサーファーの分布に現れているような砕波状況の違いを説明できるほどは精度が良くありませんでした。今後,海底地形からそのような違いを説明するためには,もっと精度の良い深浅測量をする必要があると思います。

**論文番号 256**

著者名 上月康則, 村上仁士, 樋口隆哉, 村上正人

論文題目 快適な海岸環境要素としての香気発生特性に関する研究

討議者 加藤史訓(土木研究所)

**質疑**

- 1) 臭気強度の季節的変動について検討されていますか。
- 2) 香気を考慮して,海藻を管理していくためには,「これくらいの面積の海藻があると快適な香気環境となる」というような定量化が必要と思われます。そのような検討を今後どのようにしていく予定ですか。

**回答**

- 1) 四季調査は行っております。本文にもありますように,潮位が低下し,磯場の露出面積が大きくなるに従い,臭気強度は高まります。現地観測でも,冬季の夜間の干潮時に,臭気強度が大きくなっておりました。快適性は照度が高いほどに増加しており,現地では昼間の干潮時に心地よい香気を感じることができると評価されていました。
- 2) 臭気強度,快適性と海藻の分布する面積との関連については検討しておりませんが,本調査地域で海藻が干潮時に露出する磯浜面積は,沖合約50m×幅200mです。この程度の磯浜に海藻が分布していると,条件によっては約100m背後にある集落にいても香気は感じることができました。ただし,培養実験からも定性的にわかっていることですが,「快適な香気環境」は単一種でなく,多様な種の海藻から形成されるものと考えられます。つまり「快適な香気環境」が形成される海岸を造成するには,磯浜の造成面積だけでなく,多様な海藻種が定着できる環境を整備することが肝

要かと考えます。以上のことから、本研究に関する今後の課題は、多様な海藻種が分布できる環境要因を抽出することにあると考えております。

討議者 高山知司（京大防災研）

質疑

磯浜で夜間臭気強度が高くなるのはなぜか、またこの臭気は快適か不快か。

回答

光環境によって海藻の活性が変化するために、香気の質が変化すると考えております。また現地観測、室内実験ともに、照度が小さくなると快適性は低下することが示されております。本研究でも成分分析を行っておりますが、香気の強さや快適度は物質の加法性に従わないことなどから、「なぜ、照度の小さい条件下では快適性の低い香気が発生するのか」などのメカニズムについては検討できておりません。

論文番号 257

著者名 小島治幸，阿部真一，海老正陽，豊原弘之

論文題目 砂浜海岸におけるアメニティと環境価値に関する研究

討議者 佐藤慎司（東京大学）

質疑

養浜が良いか緩傾斜護岸が良いかという質問に対する結果を教えて欲しい。また、その回答と支払意志額には関連がありますか？

回答

図の 257-1 に海岸侵食に対する養浜工法か緩傾斜護岸工法かの選好結果を示している。すべての海岸で養浜工法がよいとする回答者が圧倒的に多く、90%以上の割合であった。支払意志額との関連は、図の 257-2 に示すように、いくつかの例外はあるが、全体的に見ると養浜工法を選択した回答者の方が支払意志額が高い値になっている。ただし、緩傾斜護岸工法を選択した回答者で支払意志額の金額を提示した回答者が極端に少なく統計的には問題がある。

討議者 松原雄平（鳥取大学工学部都市システム学科）

質疑

回答者の属性が、砂浜利用者に限られていることから、評価結果がプラス評価にシフトしているのではないか。

回答

ご指摘のとおり支払意志額が高めにできる可能性は否定できません。問題は、評価主体をどのように、そしてどの範囲まで選ぶかだと思います。環境価値のうちの利用価値を評価するために入場料の支払意志額として設問した場合は、利用者を評価主体とすることは妥当であると考えます。非利用価値を評価するために砂浜海岸の造成費に対する税負担額としての支払意志額に関しては、海岸利用者だけでなくもっと広く一般市民を対象とすべきであることは当然です。しかし、CVMにおける各種バイアスの影響等を調べるには、本研究で用いた方法は、費用的にも、時間的にも、労力的にも有益であると考えます。

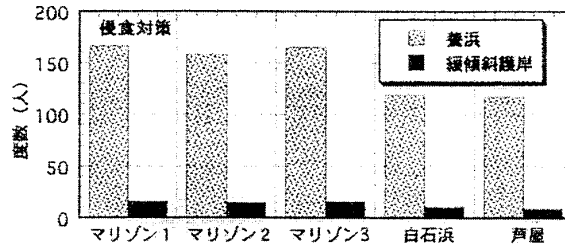
討議者 ?（徳島大学大学院工学研究科）

質疑

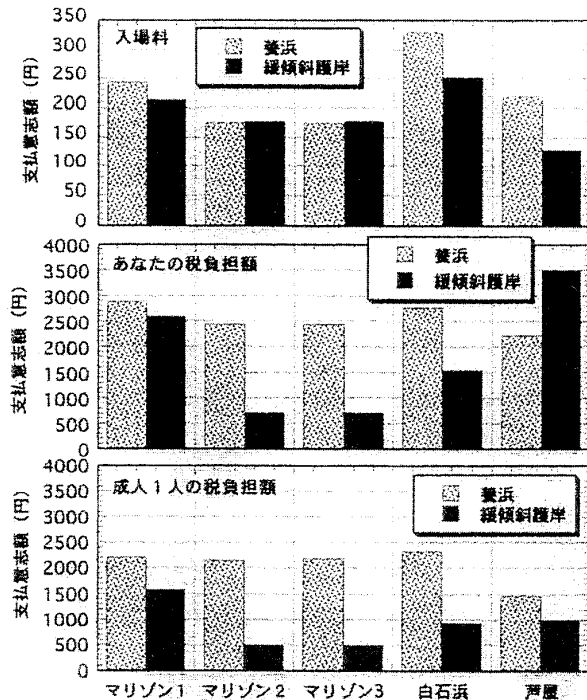
1. CVMは環境価値を測定するものであるが、誰にとっての環境価値と設定されたのか？
2. 字が汚く、判読不可能。

回答

1. 公共財である砂浜海岸の環境価値を明らかにすることを目的にしているため、当然、一般市民です。たぶん、評価主体を問題とされていると思います。これに関しては、上述したとおりです。



257-1 海岸侵食対策工法の選好



257-2 各海岸における侵食対策工法の選好による支払意思額の变化

論文番号 258

著者名 笠井雅広, 佐藤慎司, 今村能之, 原文宏, 平野宜一

論文題目 CVMによる海岸空間の価値に関する意識調査

討議者 小島治幸 (九州共立大学 工学部)

質疑

- 1) 海岸空間の環境評価を利用, 自然環境, 高潮防災および侵食防災の4つに分けているが, アンケート調査においてどのように尋ねたのか。
- 2) 自然環境, 高潮防災, 侵食防災に関してはいずれも海岸空間の非利用価値を得ようとしているものと考えているが, このように区別する理由は何か。また, 3つに分けたことにより最終的に非利用価値をどのように算定するのか方法を教えて欲しい。
- 3) CVMではどのようなシナリオと情報を回答者に与えるかが重要となる。今回のアンケートでは金額などの数値情報を与えているようであるが, それによるバイアスは結果に影響していないか。

回答

- 1) 他のシナリオを見ることにより回答にバイアスが生じることを避けるため, 4項目それぞれの別の被験者にアンケートを実施しています。シナリオについてはそれぞれの仮想市場が重複しないよう注意して作成しました。
- 2) ご指摘のとおりこれら3つは非利用価値としてまとめることができます。今回あえてこれらを分離したのは, 建設省における事業(環境整備事業, 高潮対策事業, 侵食対策事業)を意識したためです。また, シナリオ設定において注意はしましたが, 最終的に得られたWTPを足し合わせれば便益の2重計測をする可能性が残るので, これらは足し合わせず個別に評価することとしました。
- 3) 調査の性質上, 設定した仮想市場がやや漠然としたものとなったため, バイアスが生じる恐れがあることを認識の上

で、今回はあえて参考となる事業費を提示することとしました。

討議者 高山知司（京都大学防災研究所）

質疑

防災施設は数 10 年に 1 回あるいは数 100 年に 1 回起こる災害を防止するものであるが、通常時においても住民の生活の障害とならず利用できるような施設であることが必要である。このようなアンケート調査では防災施設の通常時の利用がわかるような調査になっていないのではないか。

回答

個別の高潮対策プロジェクトを C V M により評価する場合には、シナリオにご指摘の事項を取り込めば、防災と通常時の利用を合わせた総合的な便益評価は可能になると考えます。本調査はプロジェクト評価ではなく、あくまでも一般的な価値意識を評価することを目的としているため、高潮防災については防災のみの価値を問うシナリオとしましたが、利用価値のアンケートの中で仮想市場として海岸へのアクセス性確保を設定しておりますので、それらは W T P に反映されていると思います。

論文番号 259

著者名 河田恵昭，柄谷友香，酒井浩一，矢代晴実，松本逸子

論文題目 津波常襲地域における住民の防災意識に関するアンケート調査

討議者 加藤史訓（建設省 土木研究所）

質疑

避難場所の認知度と数との関係など、住民の防災意識と防災システムの整備度との関係について検討していますか。

回答

ご質問をいただきありがとうございました。本論文では、例えば、避難場所および避難標識を防災システムの 1 つとして取り上げ、その認知度について図 - 6 および図 - 7 に示しております。また、これらの数やその場所についても把握し、その関係について検討を行っております。しかしながら、その結果には 2 つの解釈が考えられます。1 つは、住民の防災意識が高いために、防災投資への合意が得られやすく、その結果として防災システムの整備が進んでいる。いま 1 つは、それとは逆に、防災システムの整備が進んでいるために、その地域の住民の防災意識が高まっている。これら 2 つの解釈のいずれが正確な判断なのかが不明であり、これを検証するためにはさらなる調査および検討が必要であると考えております。

討議者 小島治幸（九州共立大学 工学部）

質疑

津波のような災害に関する意識に関しては、年齢による違いが重要だと思いますので、年齢による結果はまとめられていないのか。特に、高齢層が津波を経験している地域の若い世代の意識と他の地域の同世代の意識の違いがあるのか。つまり、経験が若い世代に伝えられているのだろうかという問いの答えになると思います。

回答

ご質問をいただきありがとうございました。津波常襲地域における住民の年齢別の災害意識をまとめると、次のようになります。50 歳代以上の方のうち 79% がいずれかの方法で津波被害について聞いたことがあり、30 から 40 歳代の方のうちその割合は 74%、10 から 20 歳代の方はその割合が最も少なく 46% という結果を得ました。つまり、若い世代になるにしたがって、津波被害に関する意識は希薄になるものと考えます。なお、いずれかの方法とは、津波の被害に関する内容を経験者に直接聞いたことがある、あるいは人づてに聞いたことがあることを示します。また、避難場所や避難行動に対して最も高い関心を示していたのは、30 から 40 歳代の方であり、10 から 20 歳代の若い世代ではその関心は非常に低いという結果を得ました。さらに、津波から身を守るためにもっとも必要と思われることは、いずれの年齢層の方も「放送装置などの津波情報を伝える設備の整備」を 1 位に挙げておられました。10 から 20 歳代の方のうち「わからない」と回答した割合が 20% と高かったことは特徴的でした。しかしながら、高齢層の方が津波を経験している地域の若い世代の意識と、他の地域における同世代の意識との違いについては、今回の調査では明らかにしておりません。コメントいただいたような災害経験の若い世代への継承は極めて重要な問題でありますので、今後の課題として検討させていただきます。

討議者 岩本陵（茨城大学大学院）

#### 質疑

- 1) 題目には「アンケート調査」、発表時には「ヒアリング調査」という OHP だったと記憶しているのですが、両者の違いを教えてください。私は、直接住民の方とお話をして調査することを「ヒアリング」として区別しているのですが、
- 2) アンケート調査の結果で、「南海地震が発生しても津波は来ない」と回答をされた少数派の住民の方の、その根拠や理由などはあるのでしょうか。
- 3) 発表では、住民の防災意識として「住民の避難行動」に関する項目に着目されていましたが、津波災害経験の伝承として、他に何か有用な項目というのがあれば教えてください。  
(例えば、那珂川（茨城県）の洪水時では、河川の水位を自分の目で見ただけで家屋に浸水するであろう浸水高を予測できたり、その予測に対応して家具や車などを避難するという知識も備えられていました。また、官民一体となった水防活動（土嚢の設置場所など）にも積極的でした。)

#### 回答

- 1) ご質疑をいただきありがとうございました。社会心理学研究入門<sup>1)</sup>によりますと、調査法は広い意味では観察法や面接法をも含めたデータ収集法の総称であります。一般的には調査票や質問紙を用いたデータ収集法のことを指す場合が多く、これを「アンケート調査」として定義しております。さらに、「アンケート調査」は大別して、次の5種類に分類されております。面接調査、電話調査、留置調査、郵送調査、集合調査であります。本論文では、このうち最も信頼性の高い調査法である面接調査を採用しております。これは、調査員が回答者を訪問して直接本人に質問をし、その回答を調査員自身が記録する方法であります。発表時に用いた OHP には、これを「ヒアリング形式で行ったアンケート調査」と示してしまったため、理解しにくい部分があったかと思えます。参考文献 1) 末永俊郎 (1987): 社会心理学研究入門, 東京大学出版会, pp. 131-147.
- 2) 「南海地震が発生しても津波は来ない」と回答をされた住民の方々のその根拠や理由は、今回の調査では質問しておりませんので、明らかではありません。今後、アンケート調査の結果に対する理解をより深めるために、そのような事項も検討させていただきたいと考えます。
- 3) 今回の調査では、「住民の避難行動」に関する項目にのみ着目して、その伝承を把握いたしました。したがって、その地域ごとに津波災害経験の伝承に関する有用な項目があるのかは明らかにしておりません。例示して下さいました那珂川の事例は、非常に興味深く、今後は是非とも参考にさせていただきたいと思えます。

#### 論文番号 260

著者名 清野聡子, 土屋康文, Ron O'Dor, 宇多高明, 西原繁朝, 釘宮浩三, 渡辺憲隆

論文題目 電波 超音波ブイ式バイオテレメトリーによるカプトガニの行動モニタリング

討議者 細川恭史（運輸省港湾技術研究所）

#### 質疑

- 1) 何故、亜成体～成体の行動を調べる必要があるのか？産卵～幼生レベルの浅海での保全が大切といわれているが、
- 2) 紹介していただいたデータでは、- 7 m 付近に成体が良く居るようだが、- 7 m 付近が成体の行動にとって重要な水深なのか？

#### 回答

- 1) 生物種の保全においては、その種の生活史の全うが不可欠である。その場合、成長段階に応じて変化する生息場がそれぞれ保全されている必要がある。そのため絶滅危惧生物カプトガニの保全研究では、生活史全体にわたる調査を行わなければならない。カプトガニの野外生態については、特に沖合を生息地とする亜成体～成体の生態の知見が乏しい。成長段階によって情報量が異なる理由としては、現実には、調査上、干潟や砂浜のアプローチのほうが沖合よりもアプローチしやすいためと考えられる。よって、時空間が大きい調査をする場合には、本論文のようなバイオテレメトリーなどの技術を使うと効果的であると考えている。  
生物の保全策では、一般的には、生活史のなかでクリティカルな、繁殖行動が行われる産卵場、生存率が低下する幼生時の生息場の保全が優先される。しかし、本来的には、沿岸を広域的に移動するカプトガニのような生物の場合には、沖合の海底も保全することが必要である。
- 2) 漁業者へのヒアリングでもこの水深に集中して生息するとの情報がある。成体の行動との関連は、現在追加調査中であるので追って報告したい。



**論文番号 261**

著者名 吉岡洋, 高山知司, 田辺義隆, 加藤久晶  
論文題目 ADCPによる沿岸水質の長期モニタリング  
討議者 八木宏(東工大)

**質疑**

濁度系で検出できない赤潮をADCPエコーで検出できるとの報告があったが,このことは本計測法が濁度も十分計測できないし,クロロフィルも十分でないということにならないか?

**回答**

ADCPは未知のケンダク質の音響反射強度,濁度計はその光の反射や吸収,クロロフィル計はその蛍光強度を測っており,本来互いを代理すべきものではない.濁度計が同じ結果を出すからと言って,おなじケンダク質が同じ濃度である保証はない.本来求めるべきものは,プランクトンであり,巻きあがった底質であり,あるいは気泡である.それらは植物プランクトンならクロロフィル,粘土質の濁りは濁度計で有効に見知できるが,動物プランクトンとか,有機ケンダク質などは,クロロフィルには関係ないし,ほとんど透明なので濁度計にもかかりにくい.それらはADCPが有効であると主張しているのではなく,実際には海中にはそれらが入り交じっているため,計測方法が異なる測器は,対象を限定したり,他の代理をしたりするのでなく,複数の計測量(濁度,クロロフィル,エコー)を解析して,複数の対象(植物プランクトン,動物プランクトン,シルト底質,気泡,他の有機ケンダク質)を推定して行くべきである.

討議者 長尾正之(工業技術院中国工業技術研究所)

**質疑**

- 1) 結論中,赤潮の発生に対応しているのは濁度計シグナルでなくADCP散乱強度とのご説明でした.今後たとえば粒径や散乱物質性状をいろいろ変えて,この部分を定量化されるご予定はありますか?
- 2) 海底付近の濁度計に表れているスパイク信号についてノイズとして3点フィルターで消去していますが,本当に何かの粒子などがセンサーを横切ってシグナルが生じた可能性はありませんか?
- 3) 個人的に赤外後方散乱濁度計で感知可能な粒子の限界径がどれくらいかということに関心があります.質問(1)の部分を定量化されていく過程で濁度計の限界などが明らかになるものと期待しております.

**回答**

- 1) これまでの濁度やクロロフィルなどの対応だけでは推論の域を出ないので,水面をビデオで撮影したり,水中写真やプランクトン採集資料などをできるだけ集めて,濁りの実体ができるような状況で対応を解析していきたい.質問のような実験室レベルの追求は私たちの研究室では困難であり,文献などから情報を探すしかない.
- 2) スパイクが発生したのは波がなく,潮流のスラッグ時に限られており,しかも6月におおく7,8月には少ない.またスパイクに対応するエコーはない.すなわち,6月の流れのない時に濁度計記録だけに多発している.底質の巻き上がりなら流れの強いときに多発するはずだし,エコーにも反映される.また大阪湾でぬたが問題になるのは6月である.ぬたが濁度計の窓にひっついてスパイクを起こすと考えるとつじつまが合う.(流れが強いとすぐ窓から洗い流されるからである.)それ以外の有効な解釈が考えられなかったので,ノイズと見なした.
- 3) このような研究はメーカーを含む計測機器開発研究者が実験室で精密に行われていくと思うが,私たちは既存機器ユーザーとしてデータの有効利用という面から実験室では予想もしない環境のもとでいかに有効な情報を抽出するかを追求している.

**論文番号 264**

著者名 瀬岡和夫, 二瓶泰雄, 宮崎早苗, 森井順之  
論文題目 現地連続計測型多成分濃度計開発のための基礎的研究  
討議者 栗山善昭(運輸省 港湾技術研究所)

**質疑**

- 1) 粒子の粒径が本濃度計の出力に与える影響を教えてください.
- 2) 実験においていかに均一な濃度場を作成したかを教えてください.

**回答**

- 1) 実験にて,粒径の違う塩ビ粒子について同様の測定を行ってみたが,センサーの精度の問題もあり,うまく影響が得られている結果を得ることが出来なかった.今回の実験では,粒径100 $\mu\text{m}$ のMie散乱粒子を使用しているため散乱係数は粒径の変化に対し非常に不安定な値になる.今後,この点に着目して,出力に与える影響について検討を行

いたい。

- 2) 均一な濃度場を実現するため、ポンプによって一様上向き流速を発生させ、粒子沈降速度が限りなく0となるような実験装置上の工夫を施した。ただし本論文で示しているケースについては、用いた塩化ビニル樹脂の密度がほぼ1 [g/l]に近く、投入後かく乱を与えることのみで密度一様な場を概ね実現できたため、上向き流速を与えずに実験を行った。

討議者 岡安章夫（横浜国立大学）

質疑

初期値の設定次第で local minimum により誤った濃度値に推定される場合があるということですが、こういったことを排除していくための具体的な手法について何かアイデアがあれば教えてください。

回答

今回の数値実験にて局所解が生じた原因として、

- 1) 仮定した物質（白色粒子と青色粒子）の光学的特性が類似している。
- 2) 設定したバンドが青色波長帯付近に偏っているため、4つのバンドを設定したにも関わらず、2つの物質を分離するだけの情報が得られなかった。
- 3) Mie 散乱物質の性質、すなわち粒子径の変化に対して散乱係数変化が不安定であることにより、解が不安定になる。等が考えられる。今後、これらの原因について検討を行っていきいたい。

討議者 細川恭史（運輸省 港湾技術研究所）

コメント

運輸省では、閑空 期で2成分濁度計を開発した。100 μm の大きな粒子で特性の揃った濁りについての検討から始めているようだが、沿岸で問題となっている濁りの光学特性をふまえた応用検討を期待する。

論文番号 266

著者名 楊燦守, 田中仁, 沢本正樹, 花輪公雄

論文題目 仙台湾周辺海域水温環境に対する外洋・気象変動の影響に関する研究

討議者 吉岡洋（京大 防災研）

質疑

重回帰分析で日射と気温が最も効いている結果がでるが気温はほとんど日射で決まると思われるので独立変数として扱っていいのだろうか日射できまる気温変化分をさしひいた気温を扱うべきではないでしょうか？

回答

地表面との温度差による顕熱フラックスや、水蒸気凝結による潜熱放出から熱を獲得し、長波放射により熱を失います。本研究で行った重回帰分析では、この点を考慮し、日射量と気温を説明変数として用いました。これは、気温変化が大気海洋間の潜熱フラックスの変化を表わすものと考えたからです。

論文番号 268

著者名 泉宮尊司, 居場博之

論文題目 ERS1-SAR 画像の波数スペクトルの比較による線形および準線形理論の適用性に関する研究

討議者 児島正一郎（運輸省港湾技術研究所）

質疑

- 1) レンジ方向の加速度に関する考察がなされていないようですが、この効果についてはどのようにお考えですか？

回答

1) レンジ方向の加速度は、合成開口に要する時間がやや長い場合にはそのバンチング効果が無視できないとも言われています。本研究では、速度のバンチング効果およびレンジバンチング効果も取り入れて計算していますが、加速度の効果は波浪の低周波成分を主に対象としていますので、その効果は小さいとして取り入れていません。加速度の効果は特に高周波成分に効いてくるもので、取り入れることは可能であると思いますが、逆問題を解く際には、より多重写像となり解の一意性がなくなります。

**論文番号 269**

著者名 石塚正秀, 西田修三, 中辻啓二  
論文題目 海洋レーダによる表層流れと風に関する研究  
質疑者 二瓶泰雄(東工大)

**質疑**

流速と風速比に関する観測値は既存の3%という値よりも大きくなっているが、この物理的なメカニズムは？

**回答**

3%という数値は、風による大気側のせん断力と海側のせん断力が等しいと仮定した場合の結果であり、波による流れの効果は考慮されていません。実際の海域では、風によるせん断力により発生する流れと波による流れが相加的に生じるため、表層流速と風速比が3%よりも大きな値が得られたと考えられます。ただし、そのメカニズムに関しては、観測時の波浪データがなく十分な考察を行うことができません。吹送流と波浪の共存する海表面近傍の流動は複雑であり、その評価には種々のパラメータの決定が必要とされ、現地観測データの蓄積がさらに必要と考えられます。

**論文番号 270**

著者名 徳田正幸, 寺内潔, 村崎定男, 村嶋陽一, 金津伸好  
論文題目 VHF 海岸レーダーの表層流観測による潮目挙動の解析  
討論者 二瓶泰雄(東京工業大学)

**質疑**

現地でのゴミの分布状況は、スリーク状となっているのか？

**論文番号 271**

著者名 田中正博, 磯辺雅彦, 渡辺 晃, 岡本孝司, 植村勇仁  
論文題目 PIV画像解析手法を用いた浮遊漂砂量計測  
討論者 齋藤武久(金沢大学)

**質疑**

流速最大値を対象に画像取得間隔時間を決定した場合、低速域での計測に問題が生じなかったのか。また今回使用した走査領域の範囲および決定方法は？

**回答**

今回示しましたPIV計測結果のうち、輝度差累積法によるものはサブピクセルを導入しておりません。この場合、濃度パターンの移動先がピクセル単位であるため、画像取得間隔が $1/400$ (s)で $1\text{cm}=28\text{pixel}$ ではスケール誤差 $400/28=14.5$ (cm)が生じ、低速時にはこの影響が大きくなります(図-5~7)。ただし、相互相関法(図-9)ではサブピクセルを考慮しているためこのスケール誤差が減少し、精度が向上します。現在は輝度累積法についてもサブピクセル精度まで向上しております。また、走査範囲(今回は $50\text{pixel} \times 32\text{pixel}$ )は計測時間と関係しますが、最大流速時に対応している必要があります。

討論者 二瓶泰雄(東工大)

**質疑**

光源を水槽側方に設置しているため、奥行き方向に幅を持った形で撮影されていることになるが、実現象として、3次元性をもつ乱れが卓越する場合には、測定精度に大きな問題が生じるのではないか。

**回答**

今回はPIV計測対象とする濃度パターンの大きさを約 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ としております、鉛直流速の計測結果を考慮して2次元的に見た乱れの大きさはこれより小さく、水路幅方向の乱れの大きさも水路上からレーザー流速計で計測した限りでは小さかったため、測定精度への影響もそれほど大きくはないと考えております。ただし今後高精度化を図る際には乱れのスケールについても十分考慮していきたいと考えております。