

## 研究タイトル：工学的手法を用いた沿岸環境の保全・修復・創出に関する取り組み



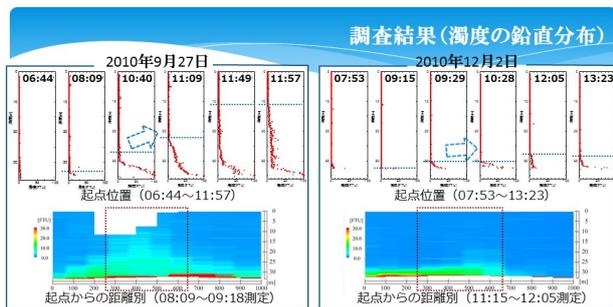
氏名：	柳川 竜一／YANAGAWA Ryoichi	E-mail：	yanagawa-r@t.kagawa-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	土木学会, 地理情報システム学会, 沿岸生態系工学研究会		
キーワード：	干潟・湿地, 貧酸素, 栄養塩循環		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内湾の水環境</li> <li>・干潟や浅場造成に伴う環境変化</li> <li>・内湾数値流動モデルの開発</li> </ul>		

### 研究内容： 栄養塩供給手法としての海底耕耘による海底土粒子分布の現地観測・拡散範囲推定

栄養塩供給手法としての海底耕耘の効果に関して、現場で取得したデータのみで効果を判断することは空間的・時間的にも限定的である。そこで、海底耕耘により巻き上げられた海底土粒子の挙動に着目し、現地調査データの分析と数値流動モデルの構築により、海底耕耘の効果をより広範囲かつ連続的に評価できるツール作成を目的とした。計算対象領域は播磨灘の中央付近である家島諸島坊勢島沖だが、対象海域は接続する備讃瀬戸、大阪湾、紀伊水道の影響を強く受けているため、瀬戸内海全域（大領域）-播磨灘海域（中領域）-家島諸島海域（小領域）の3海域について多領域同時（ネスティング）計算を実施した。

9月と12月に実施した現地調査の結果より、耕耘開始から1時間程度経過すると海底面に近い層から濁度の上昇がみられ、時間経過とともに浅い水深帯でも濁度が上昇することが確認できた。今回の調査では、起点位置よりも流れの下手側300~600m位置の中層で濁度が高かった一方、600m以降では海底付近のみ濃度が高かった。これは、海底土粒子は潮に流されつつも底層から中層へと拡散し中層でも濁度が上昇したが、より表層に近いほど移流・拡散の程度が大きく、土粒子を含む水塊はより希釈され濁度が低下したためと考えられた。

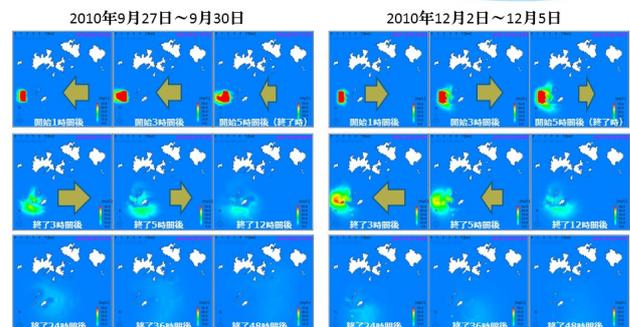
これらの現象を再現する数値モデルを構築したところ、巻き上げられた海底土粒子は流れの下手側に海底面を這うように輸送されており、当該海域での海底地形の影響を強く受け、下げ潮時の上昇流で表層へと懸濁物質が輸送される可能性が高いことが明らかとなった。従って、当該海域では、大潮の上げ～満潮頃に海底耕耘を実施することが表層へ栄養塩を供給するために最も効率的だと考えられた。このように、海底耕耘による海底土粒子分布の推定と今後のより効率的な海底耕耘の実施方法（時間帯、耕耘エリア等）の検討に向けた情報を提示することが可能となった。



- 耕耘前の濁度は表層～海底直上まで差が無い
- 耕耘開始後、海底面に近い層から濁度が上昇
- 時間の経過とともに上方の層でも濁度が上昇
- 流れの下手側300-600m付近の中層で濁度が高い
- 流れの下手側600m以降では海底付近のみ濁度が高い

海底耕耘により巻き上げられて流れの下手側に輸送された土粒子は、その過程で底層から中層へと拡散していることが現地調査から確認できた

### 海底直上層での懸濁物質水平分布推定(耕耘開始～終了3日後)



### 提供可能な設備・機器：

#### 名称・型番(メーカー)

圧力式水圧計： Insitu 社 Rugged TROLL 100	全方位デジタルビデオカメラ： コダック社 PIXPRO SP360 4K
ハンディ GPS ロガー： Garmin 社 etrex 30	気象観測センサ： T&D 社 HHA-3151, ISA-3151
レーザー距離計： Leica 社 Geosystem DISTO D510	

## 研究タイトル：沿岸域の地域防災力強化に向けた取り組みに関する研究



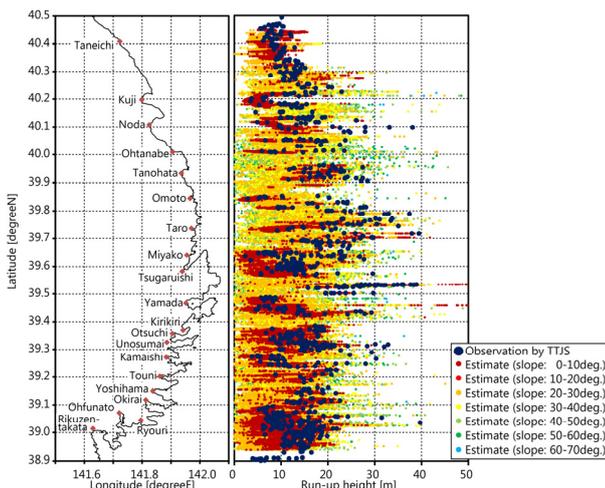
氏名：	柳川 竜一／YANAGAWA Ryoichi	E-mail：	yanagawa-r@t.kagawa-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	土木学会, 地理情報システム学会, 自然災害学会		
キーワード：	ハザードマップ, 避難行動, 津波		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波による沿岸域の被害分析</li> <li>・複合災害発生時における最適避難路分析</li> <li>・災害発生時のダメージコントロール</li> </ul>		

### 研究内容：航空写真とDEMから推定した広域津波遡上範囲の推定

2011年3月11日に発生し東北地方を襲った地震津波の浸水範囲や高さを推定するため、航空写真およびDEM (LiDAR データにより取得されたデジタル標高値) を活用した遡上高の高精度な空間分布推定を行った。

実際に観測された痕跡調査と本分析結果との比較から、水平誤差が5m未満は比較データの45%、10m未満では77%、20m未満だと88%に達しており、本手法による浸水範囲の誤差は僅かで、災害発生当時に現地を訪れることなく広域での被害を把握するには十分な精度を有していることが明らかとなった。岩手県の海岸は断崖に挟まれた狭い低平地を有する地域(普代海岸・唐丹湾・釜石湾等)と比較的広大な平地を有する地域(久慈湾・宮古湾・広田湾)に分けることができ、多くの主要集落の浸水範囲は低平地(標高10m以下)の面積とほぼ同等となった。後者地域の浸水範囲は低平地面積を大きく下回ったが、その理由として津波防潮堤や河川堤防による越流・浸水の低減が大きく寄与している事が考えられた。

高さ方向の精度検証を行った結果、デジタル標高値の空間解像度および斜面勾配の大きさが遡上高の精度低減に影響していることを示した。斜面勾配に影響する誤差を加味した結果、津波遡上高は、重茂海岸で49.8 ± 0.2 m, 田老海岸で49.6 ± 0.3 m, 田野畑海岸で43.6 ± 1.3 m, 南久慈海岸で42.2 ± 2.0 mに達することが明らかとなった。これら結果は、現地への到達の難しさから測定されていない箇所も多く含まれており、今後の津波被害予測やその対応に寄与することが期待された。



Area ID	Reference points	Mean [m]	S.D. [m]	Distribution of data		estimated inland run-up type maximum		Height [m]	location [deg.N/deg.E]	
				Kurtosis	Skewness	Mode[m] / ratio[%]	Height [m]			location [deg.N/deg.E]
1	6,619	9.95	4.83	2.50	1.31	7-8m / 11.3	29.4±1.5	40.295/141.790	22.93	40.225/141.831
2	4,620	7.56	5.02	8.56	2.42	4-5m / 18.0	30.5±1.5	40.213/141.803	32.53	40.222/141.819
3	1,360	14.09	5.79	0.74	0.31	11-12m / 7.8	42.2±1.4	40.154/141.865	17.09	40.153/141.867
4	4,744	10.71	5.29	1.15	1.08	6-7m / 12.1	36.2±1.4	40.065/141.842	38.08	40.098/141.824
5	5,379	12.78	6.67	0.74	0.60	12-13m / 6.6	31.3±1.9	40.007/141.915	27.44	39.953/141.954
6	4,460	13.41	5.50	-0.19	-0.12	12-13m / 7.4	31.5±1.4	39.914/141.945	28.44	39.906/141.948
7	5,435	10.82	6.30	1.06	0.89	8-9m / 8.0	37.4±2.0	39.791/141.981	37.42	39.789/141.983
8	9,566	14.83	7.48	0.26	0.60	15-16m / 5.6	43.6±0.9	39.702/141.956	39.45	39.717/141.973
9	9,071	8.10	5.01	2.12	1.31	3-4m / 13.6	30.3±1.9	39.641/142.009	23.61	39.640/142.009
10	10,147	13.22	7.34	1.33	0.85	10-11m / 6.2	49.6±0.2	39.534/142.045	38.92	39.534/142.046
11	7,387	8.05	3.99	2.42	1.07	5-6m / 12.7	22.5±1.4	39.458/142.004	14.71	39.437/141.982
12	7,663	13.22	6.56	2.74	0.93	14-15m / 7.1	49.8±0.2	39.458/142.042	29.32	39.432/142.005
13	9,923	9.49	4.04	0.35	0.51	8-9m / 11.7	25.2±1.8	39.355/141.924	19.38	39.321/141.897
14	5,401	11.61	5.26	-0.03	0.36	12-13m / 7.6	29.2±0.6	39.316/141.943	32.87	39.318/141.973
15	5,374	8.60	4.60	1.46	0.99	4-5m / 11.0	28.8±1.2	39.268/141.922	30.30	39.266/141.926
16	6,200	10.42	5.21	0.09	0.25	13-14m / 7.1	25.3±1.6	39.212/141.888	21.79	39.225/141.921
17	4,578	10.81	5.70	0.50	0.64	6-7m / 6.8	32.3±1.9	39.172/141.910	22.61	39.116/141.888
18	5,616	11.07	5.52	0.55	0.45	13-14m / 7.1	25.9±0.8	39.110/141.803	18.50	39.108/141.805
19	2,347	11.67	6.35	0.24	0.51	9-10m / 5.8	23.2±1.6	39.058/141.810	39.71	39.036/141.850
20	4,549	11.31	6.21	0.95	0.84	8-9m / 8.0	30.0±1.8	39.025/141.741	20.62	39.041/141.766
21	8,261	7.33	3.16	2.33	0.71	6-7m / 15.0	18.0±1.5	39.060/141.716	15.41	39.012/141.732
22	4,911	10.57	3.97	0.17	-0.26	11-12m / 11.2	22.3±1.4	38.957/141.701	18.62	38.990/141.706
23	1,307	10.19	4.58	0.95	0.46	11-12m / 9.3	20.7±1.4	38.953/141.716	15.79	38.950/141.709
24	13,680	11.20	3.92	-0.23	-0.04	9-10m / 10.0	23.3±1.1	39.009/141.671	21.88	39.014/141.669

### 提供可能な設備・機器：

#### 名称・型番(メーカー)

圧力式水圧計： Insitu 社 Rugged TROLL 100	全方位デジタルビデオカメラ： コダック社 PIXPRO SP360 4K
ハンディ GPS ロガー： Garmin 社 etrex 30	気象観測センサ： T&D 社 HHA-3151, ISA-3151
レーザー距離計： Leica 社 Geosystem DISTO D510	

## 研究タイトル：沿岸域の地域防災力強化に向けた取り組みに関する研究

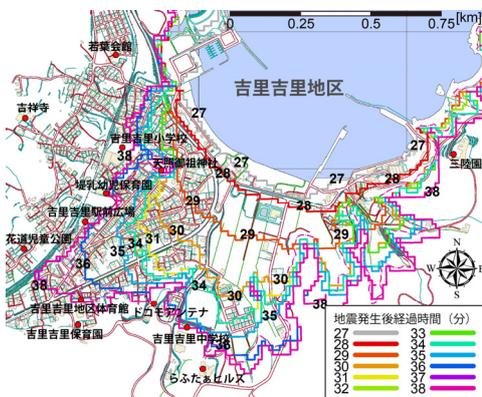


氏名：	柳川 竜一／YANAGAWA Ryoichi	E-mail：	yanagawa-r@t.kagawa-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	土木学会, 地理情報システム学会, 自然災害学会		
キーワード：	ハザードマップ, 避難行動, 津波		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波による沿岸域の被害分析</li> <li>・複合災害発生時における最適避難路分析</li> <li>・災害発生時のダメージコントロール</li> </ul>		

### 研究内容： 岩手県大槌町における東日本大震災津波の挙動と避難行動に関する考察

「地域住民の体験や教訓」に「既往の大災害」と「未曾有の複合災害」を考慮した「具体的な避難行動計画の策定」に寄与するため、大槌町臨海地域での数値モデルを活用した津波挙動解明とヒアリング調査結果を活用した津波避難行動のGIS分析を行った。大槌町で既往最大となった東日本大震災津波の浸水範囲や遡上域の地域特性について、吉里吉里地区では、地震発生から25分経過時に津波が海水浴場に到達し、同28分経過の時点で海水浴場背後の防潮堤を越流、浸水はより地盤高が低い3丁目側から始まり、2丁目低平地側へと拡大した。第2波目の浸水範囲はより広範囲で、同37分経過時には標高20m付近に達したとみられる。吉里吉里地区の避難行動調査からは、地震発生後即座に避難行動をとった住民は全体の45.4%、10分後は19.9%、20分後は19.9%だったが、14.9%の住民は津波到達時になっても移動しなかった。地震発生時、津波浸水範囲内には61.7%の住民がいたが、津波到達時迄には26.3%に減少しており、多くの住民は津波が到達する約30分間に順次高台へと避難した。その一方、家族を気にして自宅に戻る人や過去の浸水範囲外で安全と判断したことが原因で浸水範囲内へと移動したケース(全体の4.3%)や、過去の津波では浸水範囲外だと認識して動かなかった事例や家族や友人等が心配で自宅へ戻った事例、自身が浸水範囲外だと勝手に判断・移動した先が範囲内であった事例、避難活動を行ったが避難場所迄の距離の長さや道路事情、出発時刻の遅れの問題から結果的に浸水範囲外へ出られなかったケース(全体の22.0%)があり、住民の津波に対する認識の甘さや指定避難場所の認知状況、避難場所へ向かう当時の行動と一時避難場所配置の問題点を浮き彫りにすることができた。

それら結果を踏まえ、当時の状況を踏まえて住民が複合災害発生に対するハザードの認識と最寄り避難場所を把握する新たな避難支援マップを提案するとともに、避難場所から離れた地域の抽出やその対応策(例えば、吉里吉里漁港の先端部から最寄りの天照御祖神社は1.5km程度離れており、避難経路は土砂災害警戒区域が含まれるため、津波避難タワーを設置する)、今後の避難場所設置(例えば、高台に既設の特別養護老人ホームを滞在型避難場所として指定する)について言及した。



左図：数値シミュレーションにより推定した地震発生後の津波遡上の状況  
右図：最寄避難所の位置と避難行動中における災害ハザードを認識する避難支援マップの一例

<b>提供可能な設備・機器：</b>	
<b>名称・型番(メーカー)</b>	
圧力式水圧計： Insitu 社 Rugged TROLL 100	全方位デジタルビデオカメラ： コダック社 PIXPRO SP360 4K
ハンディ GPS ロガー： Garmin 社 etrex 30	気象観測センサ： T&D 社 HHA-3151, ISA-3151
レーザー距離計： Leica 社 Geosystem DISTO D510	

## 研究タイトル：南海トラフ巨大地震を想定した香川県による広域支援の可能性分析



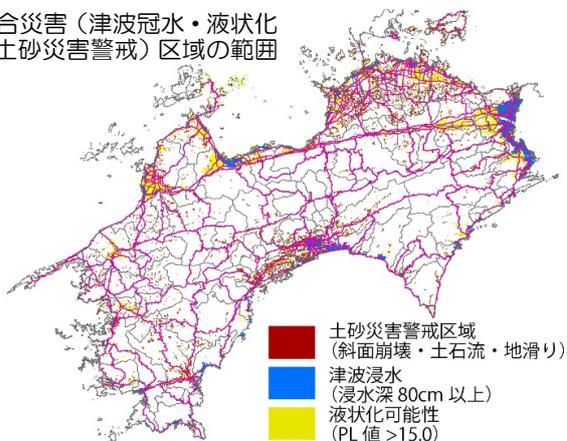
氏名：	柳川 竜一／YANAGAWA Ryoichi	E-mail：	yanagawa-r@t.kagawa-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	土木学会, 自然災害学会, 地理情報システム学会, 生態系工学研究会		
キーワード：	南海トラフ巨大地震, 物資輸送拠点, 最適経路		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複合災害ハザードの可視化</li> <li>・リスク回避</li> <li>・ネットワーク分析</li> </ul>		

### 研究内容：香川県を起点として四国各県広域物資輸送拠点までの最適経路と被災リスクの分析

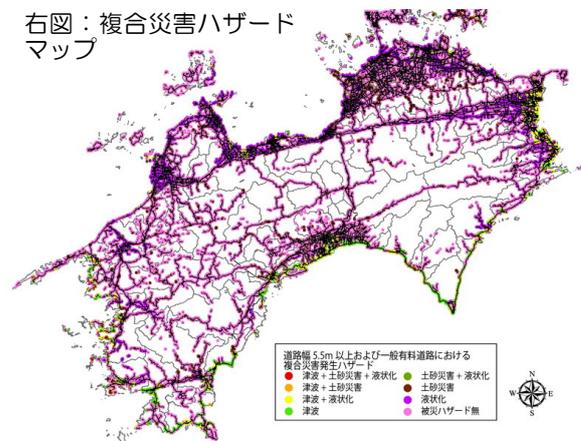
南海トラフおよびその周辺地域では、近い将来確実に巨大地震および付随する災害が発生するとみられ、香川県は地勢的観点から四国3県への被災時対応にあたる後方支援拠点としての位置付けが大きい。陸路輸送は、支援手段のなかでも応急対応・輸送容量・頻度・末端輸送への観点から最も有効と考えられるが、巨大災害発生時の交通網利用の可否や輸送ルート上に潜在する2次災害に対する被災リスクについての検討・判定は十分な状況と言わざるを得ない。その理由として、地理情報や災害の被害予測は、国や各自治体が担当部署それぞれで管理しており、四国全域を対象とした複合災害シナリオを十分に描き切れていないことが挙げられる。そして、既に検討された資料についても、交通不能・寸断される道路の情報が提示されるにとどまり、利用可能なルート選定や付帯情報の公開は不足していると考えられる。そこで、四国内道路網のネットワークデータ整備と、南海トラフ巨大地震に伴い危惧される各種災害および複合災害発生に伴う災害ハザード等の可視化を行うとともに、地理情報システム(GIS)を活用した広域支援に関する分析を行う。とりわけ、物資輸送の要となる道路網に注目して、ルートの選定やルート上での被災リスクを明らかにし、南海トラフ巨大地震が発生したときの広域支援の判断材料となる情報を事前に提供することを目的とした。

トラック稼働が困難となる津波浸水深 0.8m 以上、土砂災害警戒区域、液状化リスクが高い地域を GIS 上にマッピングするとともに、第一種～第三種緊急輸送道路網上に潜む複合災害ハザードを可視化した。そして、これら災害を可能な限り回避しながらも最短で拠点へと到達できる経路を分析したところ、多くの物資輸送拠点は津波浸水により陸路到達が不可能である事を明らかにした。また、過剰な被災リスク回避は移動距離が大幅に伸びてしまう事に繋がることを定量的に示した。従って、発災時における具体的な経路計画・選択には、発生の可能性が高い災害の種類や被害の程度を考慮した時間的損失と許容する被災リスクとのバランスを判断した経路決定を判断材料に加えることも実務上は必要になると考えられた。

左図：複合災害（津波冠水・液状化可能性・土砂災害警戒）区域の範囲



右図：複合災害ハザードマップ



### 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
ハンディ GPS ロガー： Garmin 社 etrex 30	UAV： DJI 社 MAVIC2Pro