

離岸流の話ー安全な海岸利用・管理に向けてー

主催：(財)水防協会
第十一管区海上保安本部
場所：かんぽレクセンター那覇
日時：平成17年7月7日(木) 14時～16時

講師：鹿児島大学工学部海洋土木工学科
助教授 西 隆一郎

Email: sediment@oce.kagoshima-u.ac.jp
<http://www.oce.kagoshima-u.ac.jp/kaigan/index15.html>
sediment_24@hotmail.com
Tel&Fax: +81-99-285-8484



離岸流：普通にどこにでも起こりえる岸から沖向の流れです。特殊な魔の流れではなく、海域利用者は熟知する必要があります。



※ 離岸流は、魔の流れでなく、環境保全に必要な流れです。
通称リーフカレントも、離岸流の一種です。

自己紹介： 海岸を護る 人を守る

研究内容：一近海域の環境保全に関する研究
海岸の防波・防潮、そして海の
環境保全です。この分野は
最先端の技術と知識が必要です。
皆さんと一緒にこの分野の
研究開発を進めたいと考えています。



写真-1 海岸防波に作用する波浪の様



写真-2 沖合人工島建設に伴う海岸線の形成



写真-3 沿岸域の流れの様子



写真-4 海岸防波（防波堤）の断面

セミナー内容

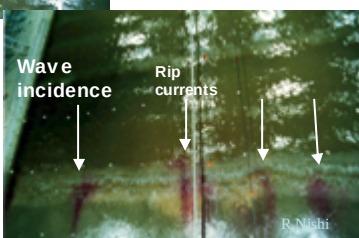
- I. 背景 (海浜事故・離岸流・探査法)
(初級コース)
- II. 現地観測 (離岸流特性)
(中級コース)
- III. 数値計算 (数値予報)
(上級コース)
- IV. 広報・啓発教育コース
(救難・海岸管理関係者)
- V. 試験 (2種類)
(中学生コース・博士コース)
- VI. まとめ



Before a wave action

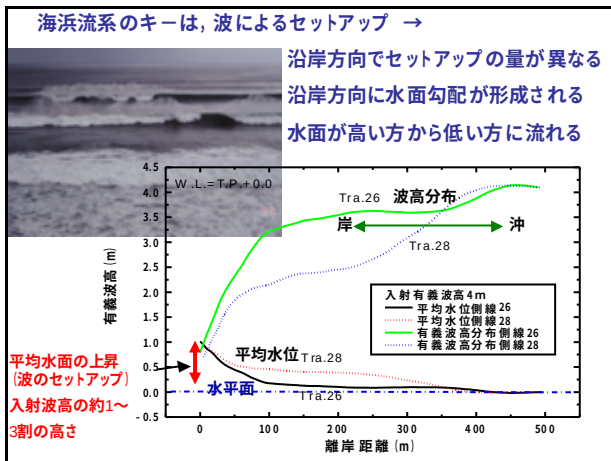
離岸流の定義

・近海域で波により引き起こされる
沖向き流れ
・近海域での岸から沖に向かう流れ
(例：川流・インレットを含む)



本日のセミナーを理解するための基礎 1

1. 水は高いところから低いところに流れる。
2. 浅海域での波の速度は局所水深に比例する
($\sqrt{gh}$)
3. 波の峰が通過するとき進行方向に、谷が通過するとき反対方向に、水粒子は動く。また、波が通過すると、少しだけ水が進行方向に輸送される(ストークスドリフト)。
4. 沿岸域に波が入射すると、砕波点までは平均水面が下がり、砕波点から陸側は平均水面が上がる。
5. 入射波が大きいと、砕波帯内の平均水面の持ち上がりは大きくなる(入射波高の約1～3割)



本日のセミナーを理解するための基礎 2

- 海底地形や海岸構造物の存在により、沿岸方向に波高の高い所・小さい所ができると、汀線付近で平均水位が高い所・低い所ができる。平均水位が高い所から低い所で、岸に沿う流れ(沿岸流)ができ、沿岸流同士がぶつかったり向きを変えると沖向き流れ(離岸流)になる。
- 河川からの流れも、河口周辺で沖向き流れを作る。
- 一発(数波) 大波(大型船・高速船の航跡波や擬似フリーク波)なども、突発的な離岸流を引き起こす可能性がある(未確認)。

- ※ 自然海岸での離岸流は基本的にどこでも生じていたが、現在は海岸構造物起因の離岸流も多い(より大型化し危険)
- ※ 一般市民や救難関係者には、探手法 > 物理現象の解明

海浜事故状況

海難事故・水難事故・海浜事故例

- 世界中では年間約30万件の水難事故が発生しているといわれる(小峯, 2003)。
- わが国でも、湖沼や河川も含む警察庁統計ホームページでは、平成13年に1,731件の水難事故発生件数が、そして1,058人が水死している。
- 救難活動がほぼ海に限定される海上保安庁の海難事故統計ホームページでは、平成15年に963名が海浜事故に遭遇し、その内333名が水死している。
- 浅海域での水難事故の原因は様々であるが、離岸流に起因した海浜死亡事故も多数生じている。例えば、宮崎県消防局が1996年から2000年に出勤した150人の救難活動のうち41人(27.3%)が離岸流による事故と推定されて、この内9名が死亡している(矢野・長田, 2001)。



表：戦後60年間の自然災害による死者数の年次別比較
(防災白書ほか参照)

自然災害 VS 海浜事故

平常年においては、自然災害による死亡リスクよりも海浜事故の死亡リスクの方が高い

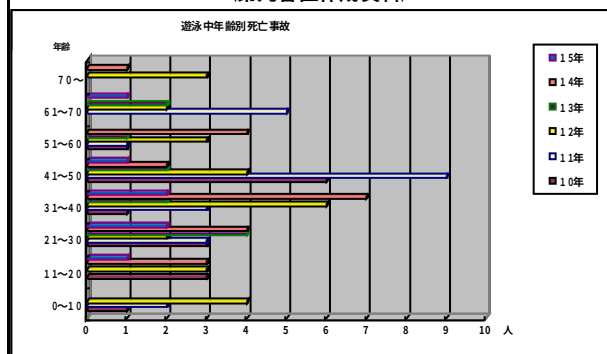
順位	年間死者数	該当年	主な災害
第1位	6,481人	1995年	阪神・淡路大震災 (6,436人)
第2位	6,062人	1945年	広島市原爆 (3,756人)
第3位	5,868人	1959年	伊勢湾台風 (5,098人)
第4位	4,897人	1948年	福井地震 (3,169人)
第5位	3,212人	1953年	九州北部豪雨 (1,013人)
第6位	3,206人	1954年	東近畿で豪雨 (429人)
第7位	3,120人	1958年	伊勢湾台風 (1,269人)

自然災害による死者数が少なかった年

順位	年間死者数	該当年
第1位	19人	1993年
第2位	39人	1994年
第3位	48人	2002年
第4位	69人	1987年
第5位	71人	1997年
第6位	78人	2000年
第7位	84人	1996年

人間工学専門家会報 Vol.2 2005年2月1日
自然災害の多発に人間工学を思う
酒井一博 (労働科学研究所)

第九管区海上保安本部管内での海浜事故統計 (第九管区作成資料)



第九管区管内での海浜事故統計 (第九管区作成資料)									
年齢 距離 (m)	0~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	70~	計(人)
0~5	1		1	1	1	1	1	↑	6
6~10					1		1	↑	2
11~15					1			↑	1
16~20					2	1		↑	3
21~25					1			↑	1
26~30		1	3	1	3		3	↑	11
31~35								↑	0
36~40				1	1			↑	2
41~45								↑	0
46~50								↑	0
51~55			2		3	1		↑	6
56~60				1				↑	1
61~65						1		↑	0
66~70	1							↑	1
71~75								↑	0
76~			2		1	1		↑	4

海とプールの泳ぎ方は違う！

第三管区海浜事故状況 警備救難部救難課 作成									
(2) 海浜事故 (資料[12]参照)									
イ マリンレジャーに伴う海浜事故									
マリンレジャーに伴う海浜事故者は176人で、前年に比べ8人減少しています。また死亡・行方不明者は58人で、前年に比べ15人増加しています。									
事故者の多かったマリンレジャーの内容を見ると、遊泳中63人、釣り中37人、サーフィン中29人、スキューバダイビング中13人、競遊び中12人、ボードセーリング中9人、その他13人となっています。									
死亡・行方不明者の多かったマリンレジャーの内容を見ると、遊泳中29人、釣り中16人、競遊び中11人、スキューバダイビング中6人、サーフィン中3人、ボードセーリング中1人、その他1人となっています。									
事故区分	事故内容	平成15年 事故者	平成15年 死亡・ 行方不明者	平成16年 事故者	平成16年 死亡・ 行方不明者	増減 事故者	増減 死亡・ 行方不明者		
マリンレ ジャーに伴 う海浜事故	海中転落	20	13	28	17	8	4		
	負傷	11	0	14	0	3	0		
	溺死	5	3	2	2	△3	△1		
	溺死	39	26	51	32	12	6		
	溺死不能	109	1	76	5	△33	4		
	その他	0	0	5	2	5	2		
	計	184	43	176	58	△8	15		



第十一管区海洋情報部資料 (リーフカレント)									
1	海浜事故 遊泳中	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。	20日1200頃、20歳の男性が友人と共に近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。20日、救助された。
2	海浜事故 サーフボード中	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。	5日1200頃、10歳の男性がサーフボードを持って、近岸浅瀬から入水し、泳ぐ際のリーフカレントに巻き込まれ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。5日、救助された。
3	海浜事故 遊泳中	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。
4	海浜事故 サーフボード中	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。	7日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。7日、救助された。
5	海浜事故 遊泳中	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。	27日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。27日、救助された。
6	海浜事故 遊泳中	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。	4日1400頃、20歳の男性が友人と共に、近岸浅瀬で遊泳中、1400頃波が打ち寄せ、波の間に溺れ、溺死した。友人は自力で岸に上がり通報。通報を受けた消防本部が救助。4日、救助された。

海浜事故に離岸流が関与しているか？

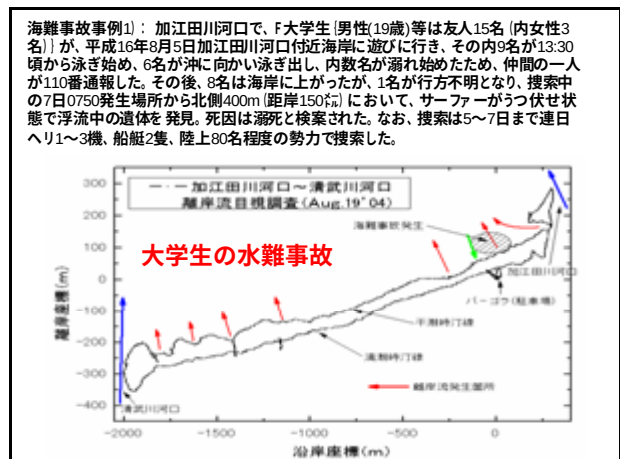
小中学生の水難事故

20日午後2時50分ごろ、宮城県仙台市青葉区、海浜に遊んでいた近所の会社員奥さん(42)の二女が、赤い水着を着たまま、奥さん(42)と、二女が遊んでいた海浜に、奥さんは約3時間半後に救助されたが、いずれも死亡した。死因は水死。

名瀬署や名瀬海上保安部の調査によると、離岸流が関与していることがわかった。8年前にも男性医師(当時28)が遊泳中に溺れて死亡した。奥さんを助けた奥さんは「(離岸流が)おぼれた(波)はまるで川のように流れて、まっすぐ泳げない状態だった」と話した。

名瀬署によると、現場付近は事故当時、台風17号の影響で2メートル前後のやや高い波が押し寄せていたとみられる。このため、同署は注意喚起を出して警戒を呼びかけていた。

調査によると、県内では今年に入って水難事故が41件発生し、30人が死亡している。



三重県の海浜事故例 (過去) ・最も悲惨な例

津の豊北中女生徒36人水難事故、あす五十回忌法要 中河原海岸 / 三重

1955年7月、津市立橋北中学校の女生徒36人が水泳の授業中に死亡する痛ましい事故があった。(途中省略) 事故は、水泳の授業で、全校生徒の約3分の1にあたる約400人の生徒が安濃川の河口付近の中河原海岸で泳いでいた時に起きた。快晴で海はおだやかだったが、河口付近の潮流に、女生徒たちが流された。教師や漁業関係者たちが救出作業を行ったが、36人が死亡した。(省略) [村社拓信] (毎日新聞)



離岸流発生機構

自然海岸と人工海岸の離岸流例

Wave generation by wind

Shoaling and breaking

Rip current generation in shallow water

Orbital motion and Stokes's drift

自然海浜で波による場合

風 -> 波->碎波->セットアップ
>海浜流系(離岸流, 沿岸流)

風が吹けば離岸流が発生する

Longshore current

Rip current

離岸流なんだろう? ... 岸から沖に向かう流れ

波の開始時

波の作用後

離岸流

離岸流の発生実験

身近な離岸流・・・実際に目で見て理解しましょう。

千葉県周辺で自然海岸(条件)で発生する離岸流

原画「国土画像情報(カラー空中写真)国土交通省」 / 画像編集 西隆一郎

第三管区内で発生している離岸流の例



原画「国土画像情報（カラー空中写真）国土交通省」／画像編集 西隆一郎

第三管区内で発生している離岸流の例



原画「国土画像情報（カラー空中写真）国土交通省」／画像編集 西隆一郎

第三管区内で発生している離岸流の例



原画「国土画像情報（カラー空中写真）国土交通省」／画像編集 西隆一郎

海岸（保全）構造物起因の離岸流も発生

- ・沿岸流をせき止めて、流れを沖向きに帰る汀線付近の構造物
- ・沖合で沿岸方向の波高分布を作り出し、浅海域の平均水面の空間分布、そして海浜流を強めてしまう構造物

海岸保全構造物にもPL法が必要



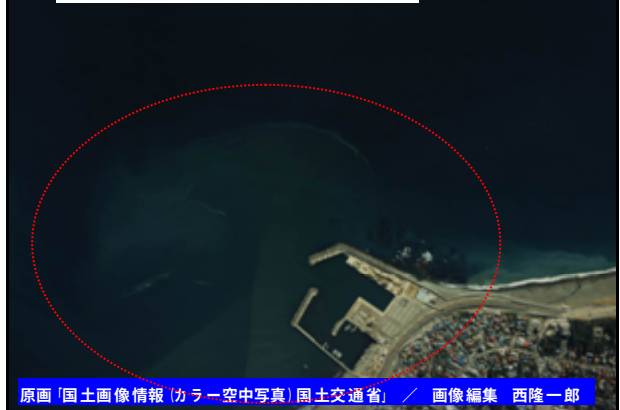
離岸流は自然海浜以外に人工海浜でも生じます。

- ・突堤
- ・離岸堤
- ・ヘッドランド（人口岬）
- ・潜堤
- ・漁港・港湾施設

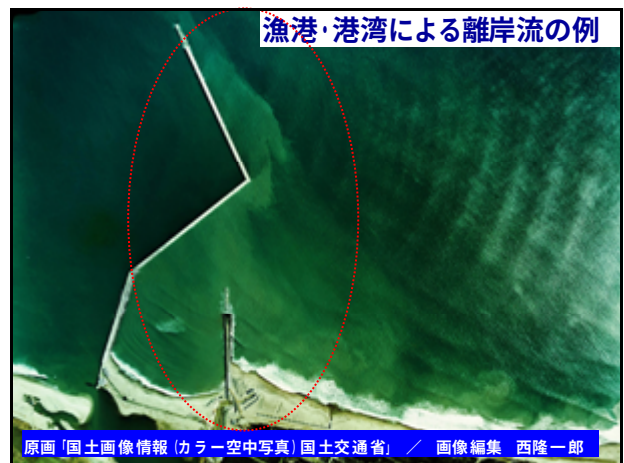
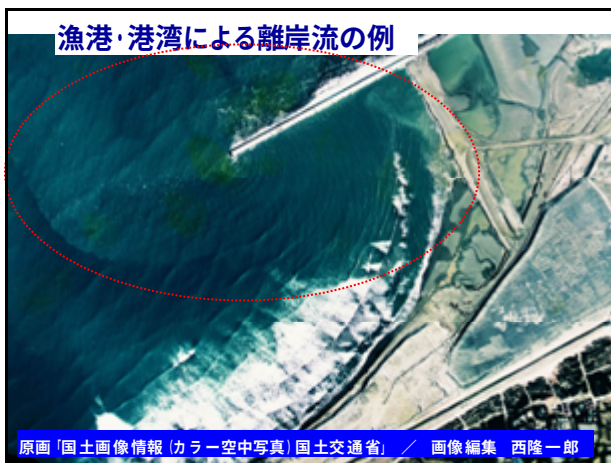
人工構造物による離岸流はより大型化する傾向

R.Nishi

漁港・港湾による離岸流の例



原画「国土画像情報（カラー空中写真）国土交通省」／画像編集 西隆一郎



突堤による離岸流



Coastal structures II →
enhance an offshore
current.



R.Nishi

潜堤による離岸流

Rip currents caused by submerged breakwaters

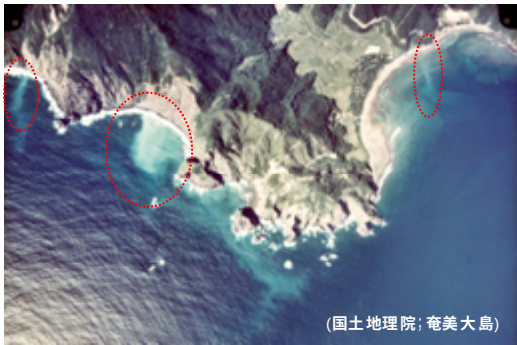


Copyrights: Iwate Prefecture Edited by Dr. Nishi

R.Nishi

サンゴ礁海域での離岸流 (リーフカレント)

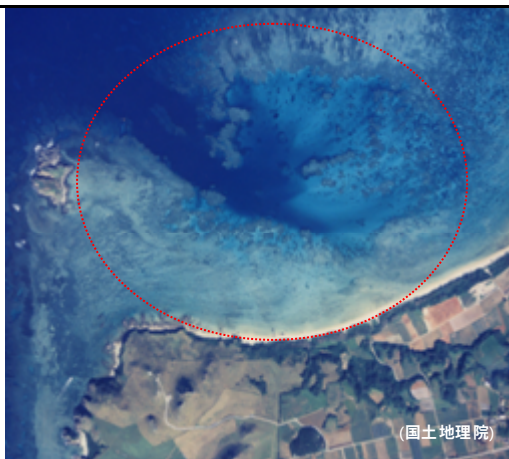
- 海水が沖に流れ出すリーフギャップの把握が重要



(国土地理院; 奄美大島)



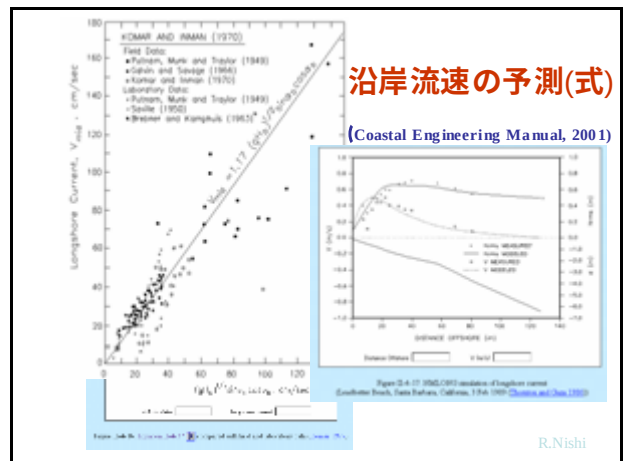
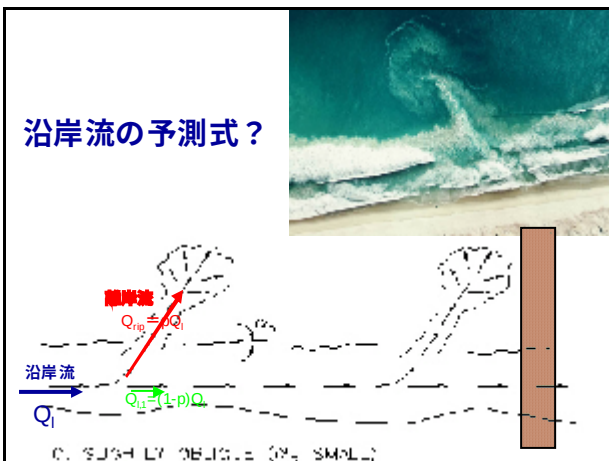
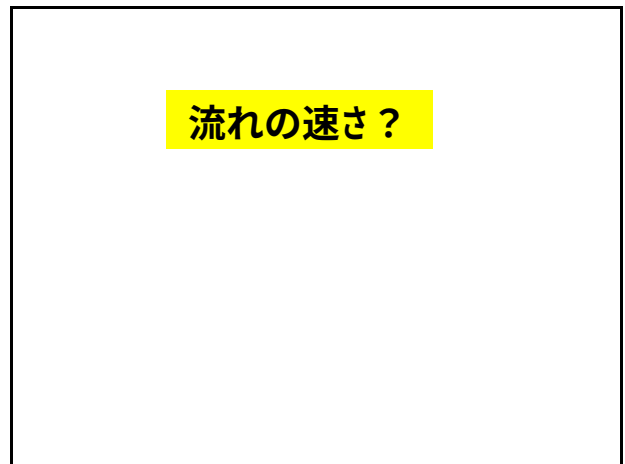
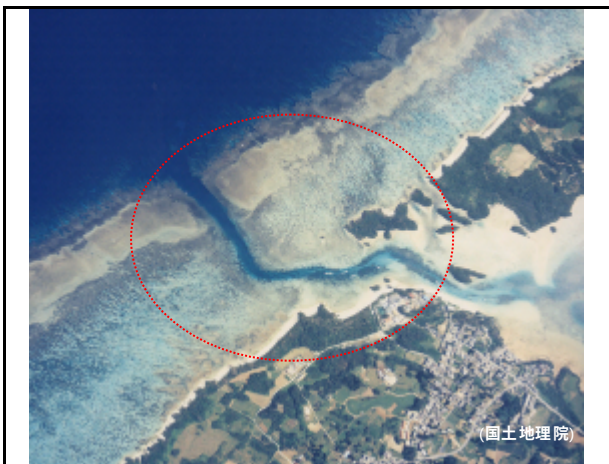
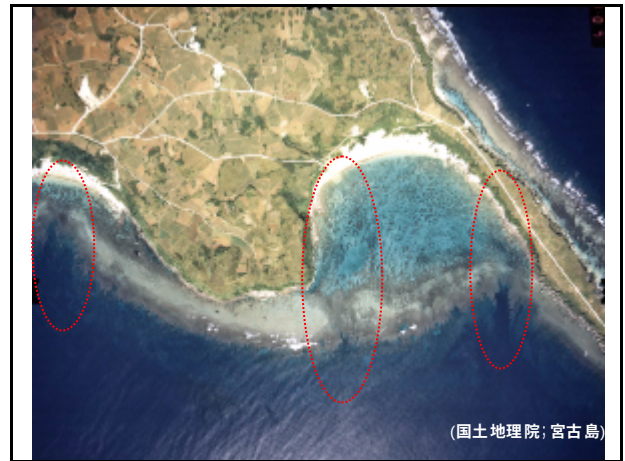
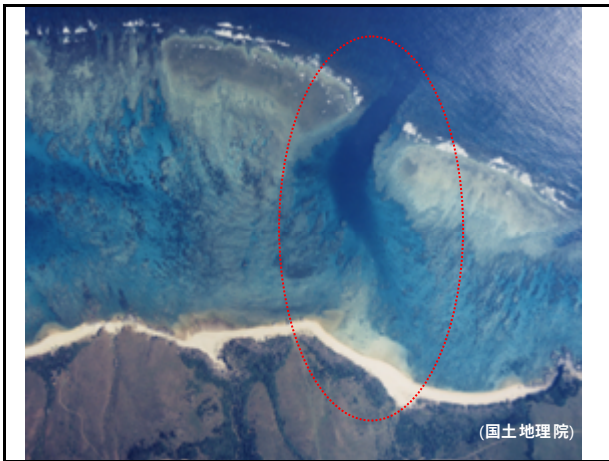
(国土地理院; 奄美大島)



(国土地理院)



(鹿児島県; 奄美大島)



・沿岸流速を求める式は、すでにあります。例

A single analytical solution for the wave-induced longshore current was given by Longuet-Higgins (1970a,b) under the assumption of longshore homogeneity in bathymetry and wave height, linear wave theory, small breaking wave angle, uniformly sloping beach, no lateral mixing, and saturated wave breaking ($\beta = \gamma_b/2$) through the surf zone. Under these assumptions, the longshore current in the surf zone is given by:

$$U = \frac{5\pi}{16} \frac{\tan \beta^*}{C_f} \gamma_b \sqrt{gd} \sin \alpha \cos \alpha$$

(2.4-36) (2)

where:

- U = longshore current speed
- $\tan \beta^*$ = beach slope modified for
- C_f = bottom friction coefficient
- α = wave crest angle relative to the bottom contour

Longshore Current: Equations 2.4-36 and 2.4-37

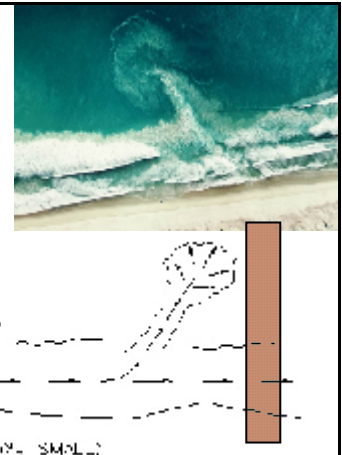
Inputs:

- Wave Height: $H_s = 1.0$ m
- Wave Period: $T = 8.0$ s
- Beach Slope: $\tan \beta = 0.05$
- Bottom Friction Coefficient: $C_f = 0.0025$
- Wave Crest Angle: $\alpha = 45^\circ$

Results:

- Longshore Current Speed: $U = 0.012$ m/s
- Longshore Current Velocity: $U = 0.012$ m/s

離岸流速度？
予測式はない。
ただし、数値計算で
は可能



簡単な条件での離岸流速度の誘導

- 仮定・・・沿岸流およびfeeder currentにより離岸流へ流れ (水量) が供給される
- 沿岸流 (上流) からの供給量は、
 $Q_{in} = V(\text{沿岸流速}) \times A_l(\text{沿岸流の断面積})$
- 離岸流の流量 ($Q_{rip} = U(\text{離岸流速}) \times A_{rip}(\text{離岸流の断面積})$)
- 流量の連続式 ($pQ_{in} = Q_{rip}$) $U = pVA_l/A_{rip}$ より

$$U(x) = (1/2)p(W_l^2/W_{rip})(V/x)$$

(ただし、 x : 汀線からの離岸距離、 p : 分配率 (1~0),
 W_l : 沿岸流の幅、 W_{rip} : 離岸流の幅)

よって、沖 (離岸流頭) に行くに従い離岸流速度は低下する。また、流速は波高、入射角に依存する。周期にも少し依存する。ただし、海底が岩礁やさんご礁 (ハードボトム) だと減衰が小さい

離岸流速度 (一様勾配の海浜を仮定)

$$U(x) = \frac{1}{2} p \left(\frac{W_l}{W_{rip}} \right) \left(\frac{W_l}{x} \right) V$$

$$= \frac{5\pi}{32} p \left(\frac{W_l}{W_{rip}} \right) \left(\frac{W_l}{x} \right) \frac{\tan \beta}{C_f} \gamma_b \sqrt{gd} \sin \alpha \cos \alpha$$

流速は、気象・海象 (波・潮位) 条件により、変動する！

- 流速は波高、入射角に強く依存する。周期にも少し依存する。
- 沖 (離岸流頭) に行くに従い離岸流速度は低下する。
- 海底が岩礁やさんご礁 (ハードボトム) だと減衰が小さい。

(未検証; 設計にはまだ不可です!)

離岸流探索

- 五感 (経験) ・六感 (注意力) が大事

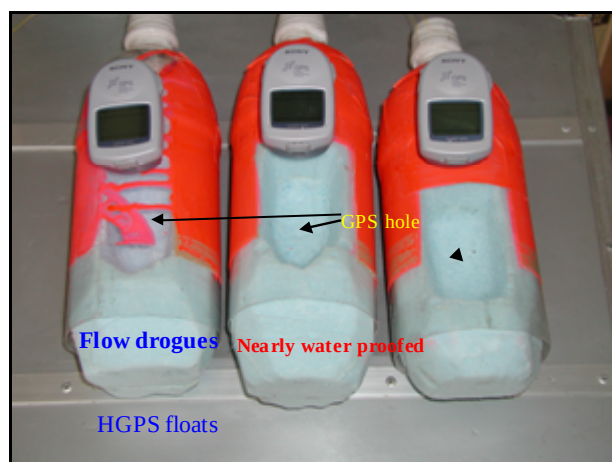
離岸流探索の目安・・・地形 (高台を探せ)

屈曲した汀線・顕著な浜崖・沖合の不連続な浅瀬



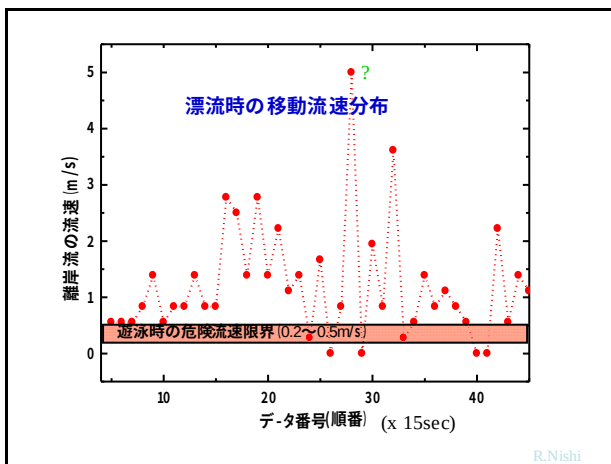
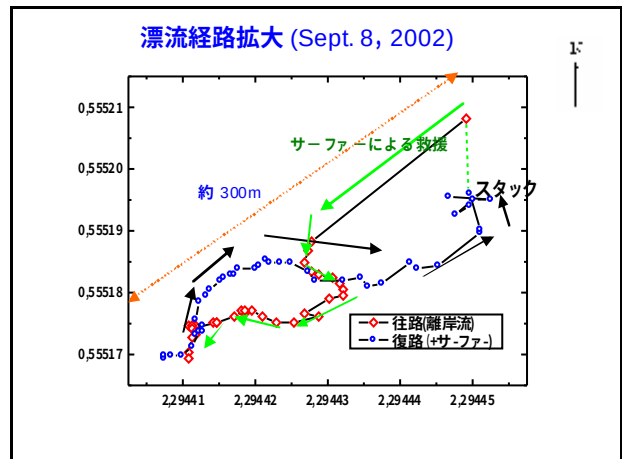
遊泳者による漂流実験 (HGPS センサー携帯)

遊泳者による漂流実験は基本的にお勧めしません。
実験される場合は、実験者の責任の範囲で行ってください！









離岸流漂流記 (水泳部員)

- 離岸流遭遇時の状況は、水難事故予防のための広報活動上重要であるので、以下に大学の水泳部員であった漂流者№2の体験談を記す。
- 「**流され始めた最初の時点では**、リップチャンネルの中で波が砕波しないために陸も見え流されているという実感があった。
- しかし、(沖側と陸側の2段砕波帯の間に流されたために) **すぐに陸が見えなくなり**、(沖で待機する船も見えなくなった。自分が流されているのかも分からなくなり、頭上で波が砕けると、波に飲まれてしまい、上下左右の感覚がなくなり一瞬パニックに陥った。
- 離岸流遭遇手前付近** (後でデータを見て判明) は、ちょうど大きい波の砕波点になっており、砕波の直前には足が着くのだが、すぐに波に飲まれてしまいほとんど身動きがとれなかった。■-2のデータを見ると、およそ10分間もの間沖で漂っていたことが分かる。
- その後、陸の方を見出さず逃げ遅れていると**、サーファーに出会ったので、陸までサーフボードにしがみついていった。陸にいた他の観測者たちが心配して、地元の人サーファーに救援を頼んだとのことである。
- しかし、**漂流者は二人とも同じ経路を辿って帰ってきており**、自分では泳いで帰ってきたつもりであるが偶然**同じ経路に帰った**だけである可能性もある。そうだとすれば、もし監視者がいないと、この向岸流に乗らなければ、水難の可能性も考えられる。この経路を通し、離岸流に流される危険性を強く感じた。」

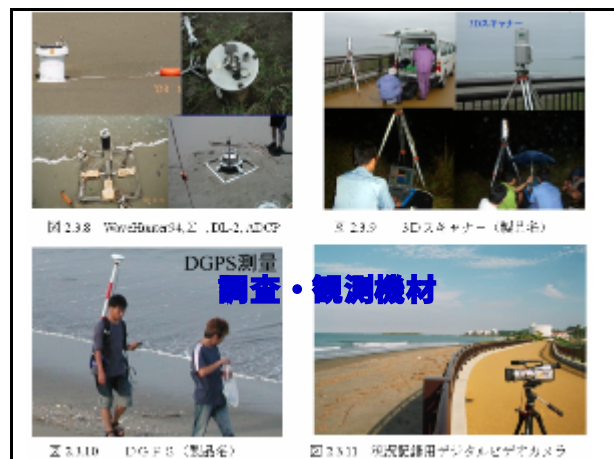
もしも離岸流に流されたら・避難方法

レスキューは離岸流に乗った場所が沖に出やすい

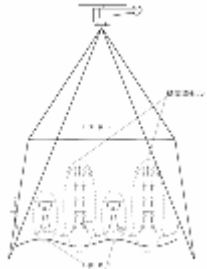
離岸流に流されたら

- ・落ち着く(パニックにならない)
- ・誰かに合図を送る
- ・横(沿岸)方向に泳ぐ
- ・離岸流頭まで流れに身を任す(波が小さい時・構造物がない時)
- ・岸向きに泳がない
- ・沖向流れ(離岸流)を感じなくなったら岸に向かい動く



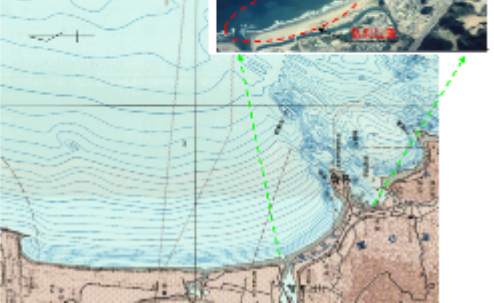


まとめ;ヘリコプタ(上空)ー探査は、最もお薦め
ただし、機材を持つ機関(海保・県警・消防等)なら、
一方、陸上調査は意外と難しい！
広域での探査技術の確立
(管理者側・救難側への提言)

探査マニュアルがあります。西までご相談ください

現地調査例(宮崎青島海岸)

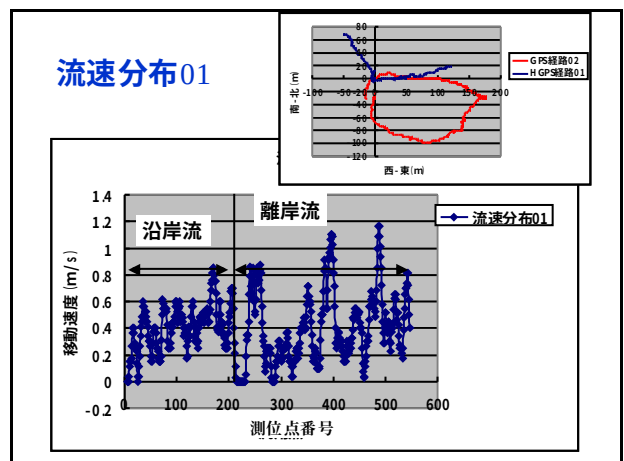
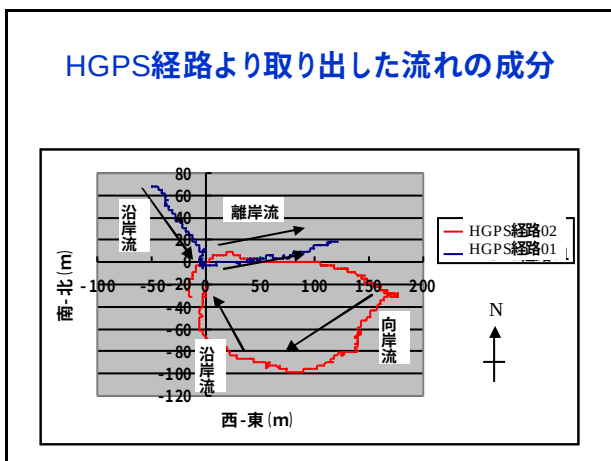
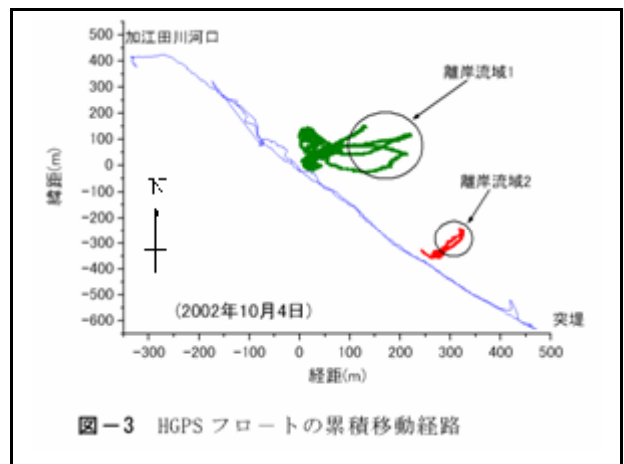


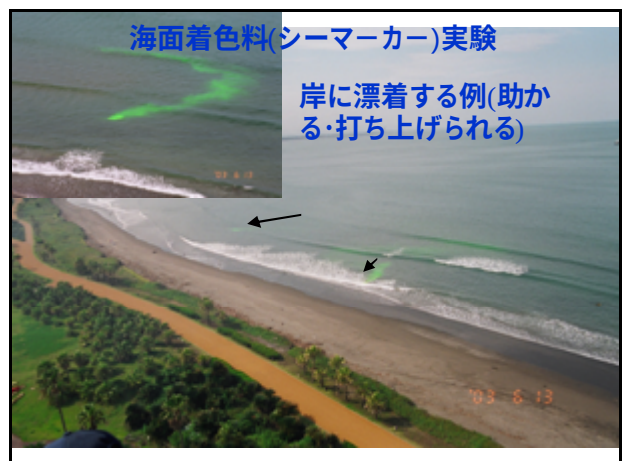
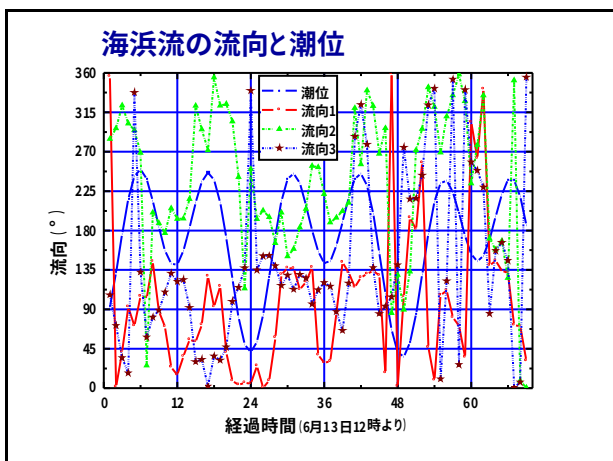
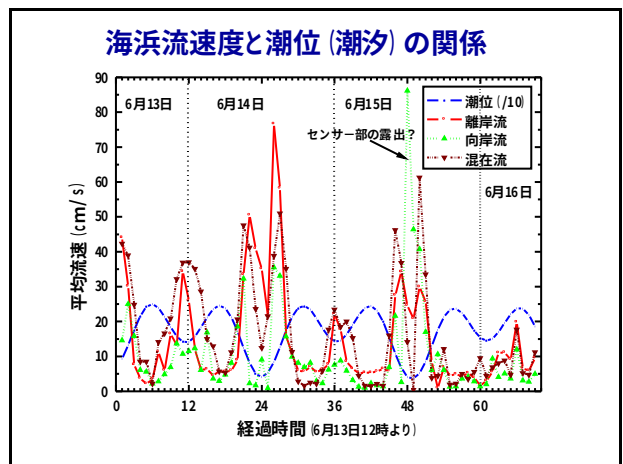
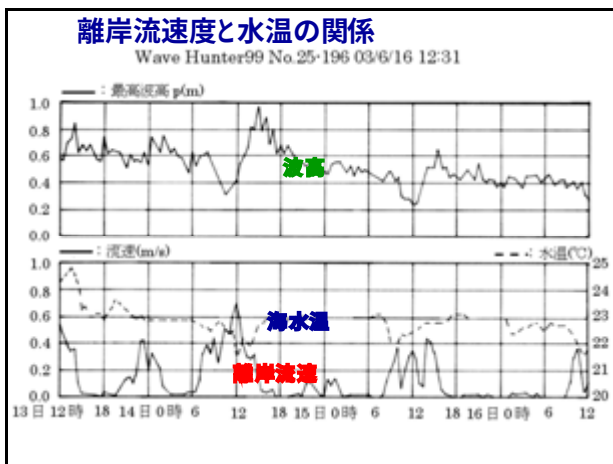
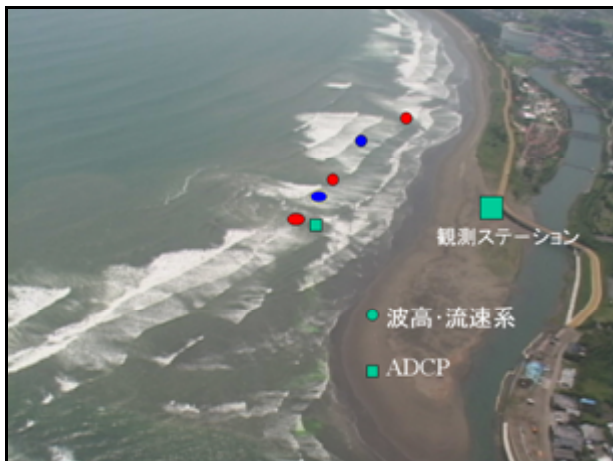
離岸流の流況調査
HGPS Float(drifter) による海浜流計測実験。(より安全)



釣り糸(500m)

鹿大式 Flow catcher



離岸流域のシーマーカー1



離岸流域のシーマーカー2



離岸流域のシーマーカー3



離岸流域のシーマーカー4



離岸流域のシーマーカー5



離岸流域のシーマーカー6



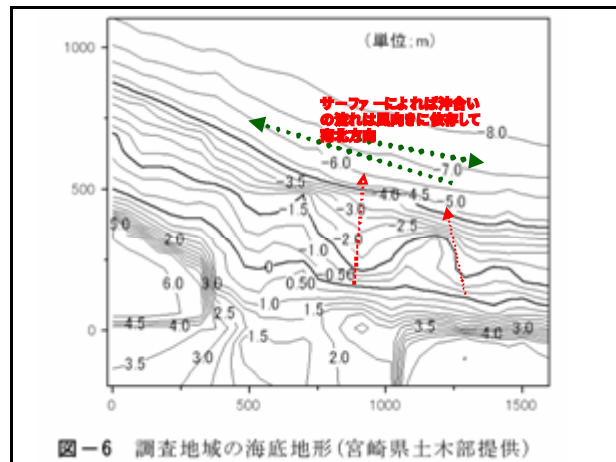
離岸流域のシーマーカー7



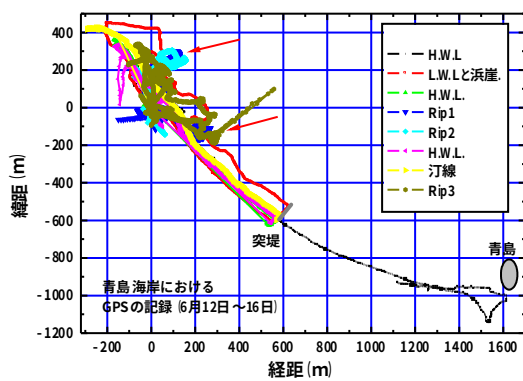
離岸流域のシーマーカー9



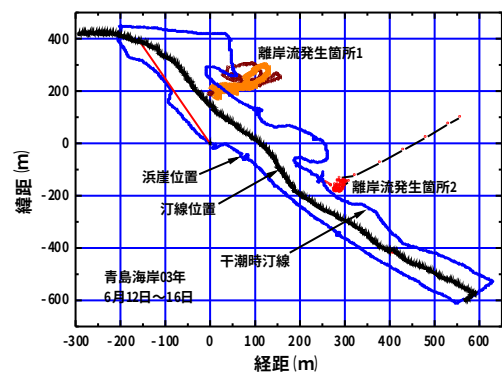
離岸流域のシーマーカー8



離岸流と海岸地形の関係 (地形性離岸流)

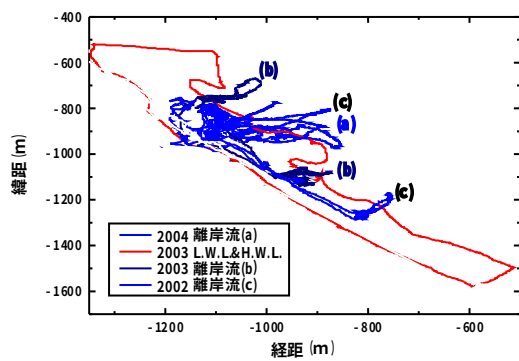


離岸流と海岸地形(汀線の後退箇所は前面水深が深い)



離岸流発生箇所の持続性

(特にハードボトム (岩礁・サンゴ礁) の場合は固定しやすい)



(極) 浅海域の海底地形調査 (測深)

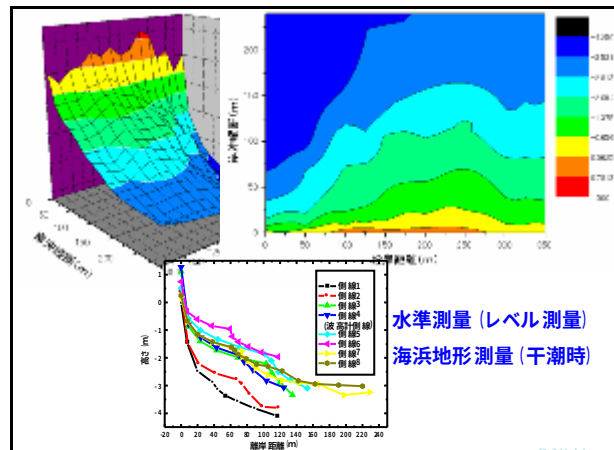
現状でもっとも困難な調査項目!

R.Nishi

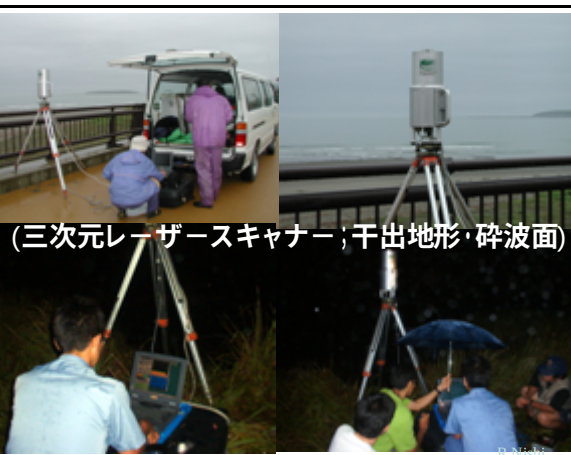
離岸流予測に最も必要なものは詳細な地形データ



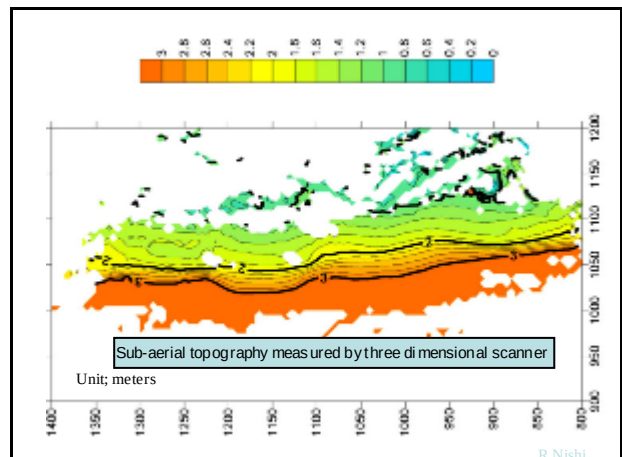
図 2.3.34 観測領域での高波浪時の砂波状況



R.Nishi

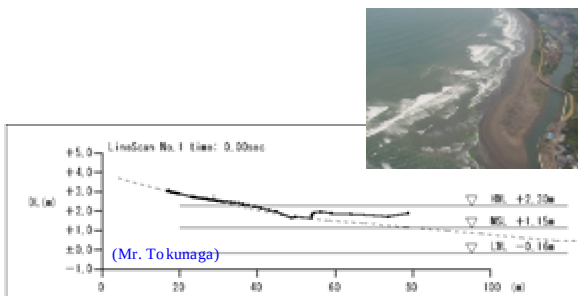


(三次元レーザースキャナー; 干出地形・碎波面)



R.Nishi

Water surface measured by 3-D Scanner



R.Nishi

水中の海底地形を測る (音響測深・マルチビーム)

JCG crews under sounding operation

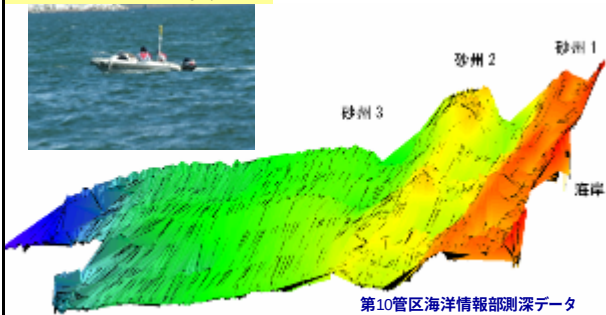
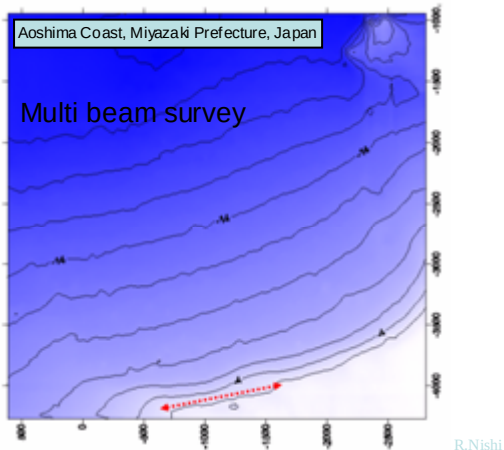


図 2.3-44 秋上浜の浅海域海底地形の3次元表示

Aoshima Coast, Miyazaki Prefecture, Japan

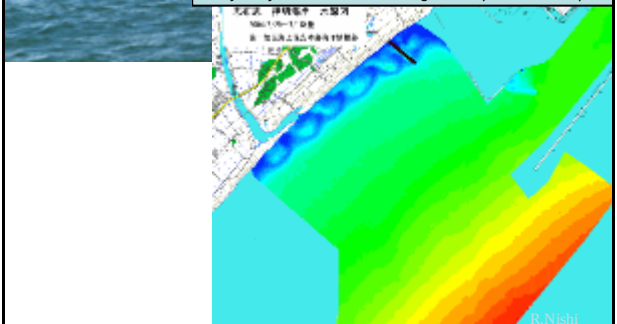
Multi beam survey



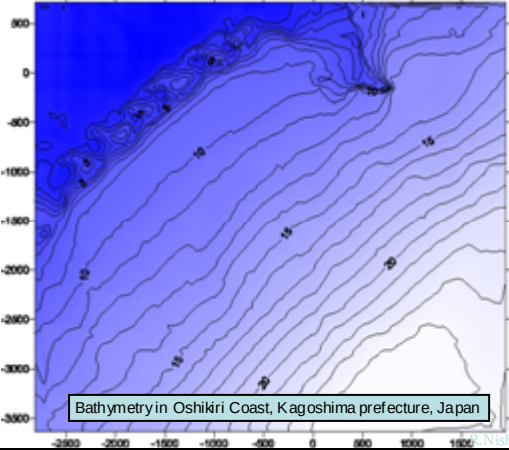
R.Nishi

JCG crews under sounding operation

Bathymetry in Oshikiri Coast, Kagoshima prefecture, Japan

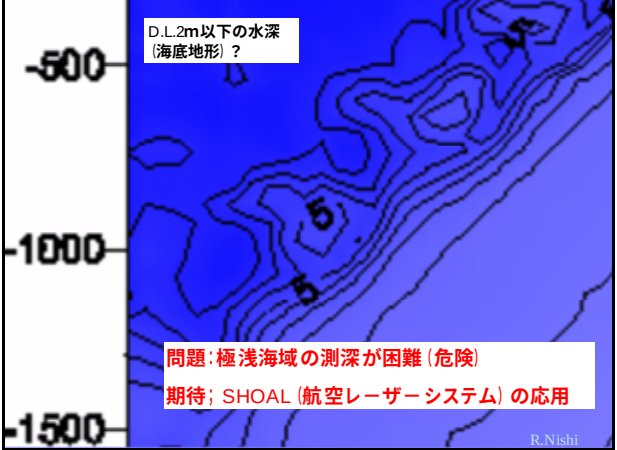


R.Nishi



Bathymetry in Oshikiri Coast, Kagoshima prefecture, Japan

R.Nishi



R.Nishi

上級編

IV. 数値計算

R.Nishi

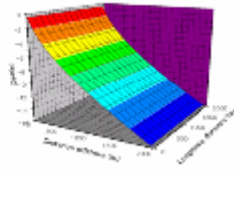
海底地形の数値モデリング (Noda参照)

- (1) Mean profile (cross-shore) $d1$;
 $d1 = u * x^r(x)$
 where $u = 0.1$ $r = 2/3$
- (2) Longshore bar $d2$;
 $d2 = b \exp \{ -(x-x_b)^2 / (x_b/2) \}$ Error function alike
 where, b = bar height ; x_b = bar position
- (3) Cusp feature along shoreline, $d3$;
 $d3 = a(1-x/lb) * \sin(2\pi * (y-\delta) / \text{ramda})$
 where, a = maximum amplitude; ib = breaking point; δ = skewness
 $\text{DELTA} = \text{DELTA1} + \text{DELTA2}$ is as follows
 $\text{delta1A} = \text{skewness}$
 $\text{delta2} = \text{the oblique downstream orientation of the crest of undulation}$
 $\text{delta1A} = \text{deltamax} * \sin(2\pi * (y-\delta) / \text{ramda})$
 $\text{delta2} = \text{deltamax} [\sin(2\pi * y / \text{ramda}) * \cos(2\pi * \text{delta1} / \text{ramda})$
 $- \cos(2\pi * y / \text{ramda}) * \sin(2\pi * \text{delta1} / \text{ramda})]$

R.Nishi

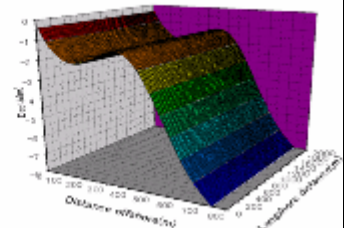
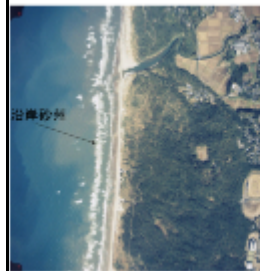
平衡海浜地形; Equilibrium profile

岸から沖に向かってだんだん深くなる!



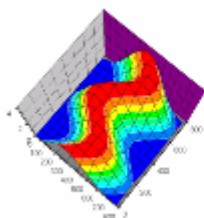
R.Nishi

沿岸砂州; Longshore bar (直線状)



R.Nishi

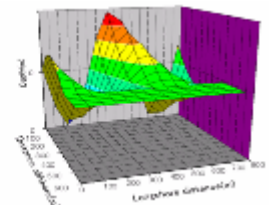
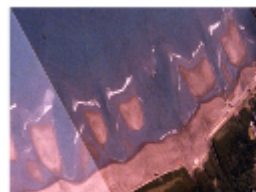
弧状沿岸砂州; Crescentic longshore bar



R.Nishi

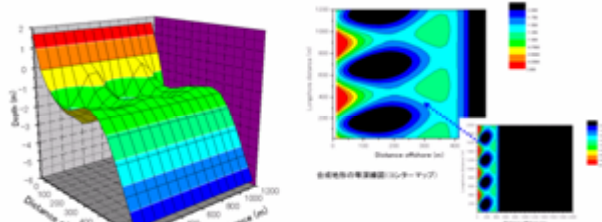
カスプ; Cusps

(沿岸方向に砂浜の汀線付近で地形に凹凸がある。)



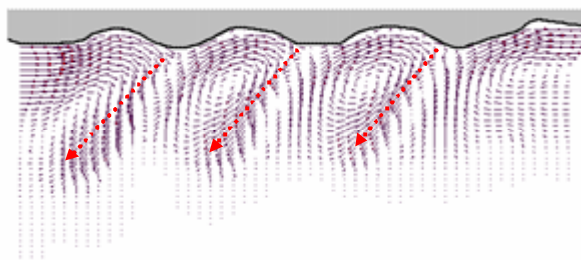
R.Nishi

数式により作成した成分地形を重ね合わせる；
Superimposition



R.Nishi

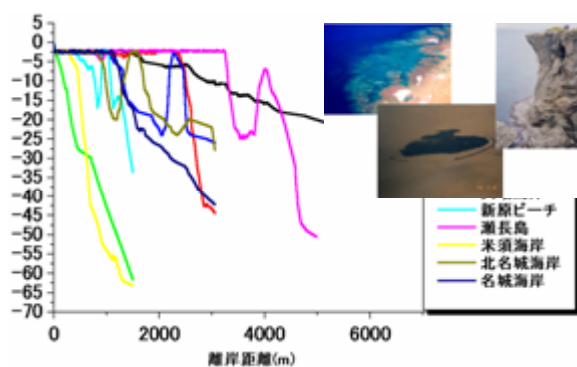
流れの数値計算例:



Further study: Application of the SMS to rip current simulation under a variety of conditions.

R.Nishi

サンゴ礁海底地形の数値モデリング？今後の課題！



V. 啓発教育編

一般市民

専門家向け

R.Nishi



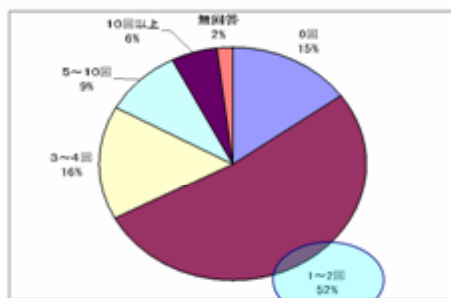
効果的な啓発教育・啓発教育用資料の充実

アンケート調査の集計・検討

広報活動の一環として、平成15年5月10日に、宮崎北高校で「なぎさに親しむ」という題目で、離岸流についての講義を行った。その後、アンケートを行い、その結果を集計・検討を行う。

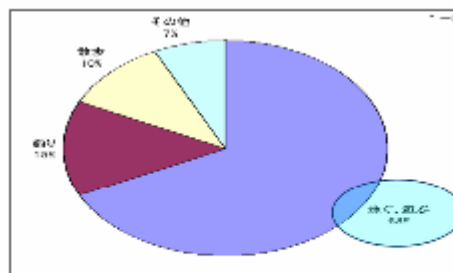
平成16年6月19日:宮崎県立泉ヶ丘高校でもセミナーとアンケート調査実施

Q1. 海に年何回ほど行くか？



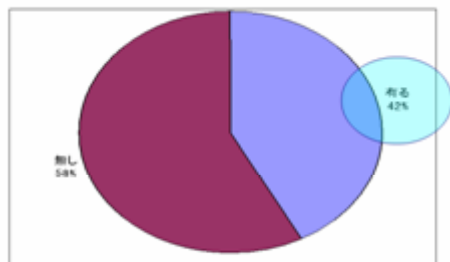
約半数の生徒が年1~2回ほどしか海に行っていない。

Q2. 海に行った場合、何をするか？



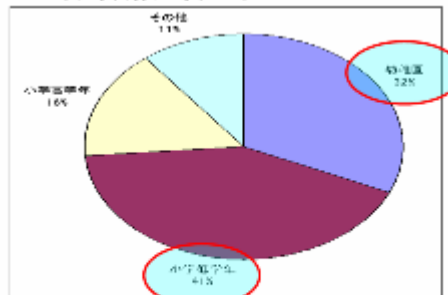
約7割の生徒が泳いでいるため海に関する知識が少ないため海に関する知識が無いまま海の中に入るので危険だと考えられる。

Q3. これまでに、溺れそうになったことはあるか？



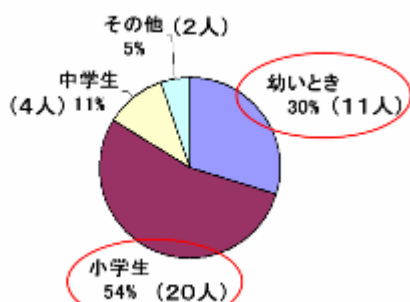
半数近い生徒がこれまでに溺れそうになったことがある。予想よりも多い結果であった。

Q4. 何時、溺れそうになったか？



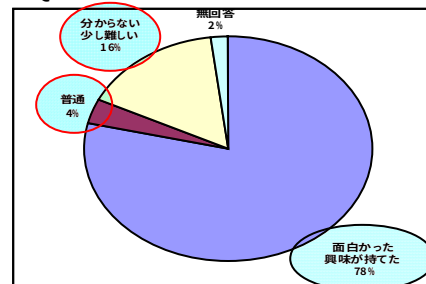
約9割が小学生時までに起こっている。その中で、幼稚園、小学低学年が大半を占める。子供でも分かりやすい、広報プログラムの開発が必要。

全国各地でのアンケート (04年度)



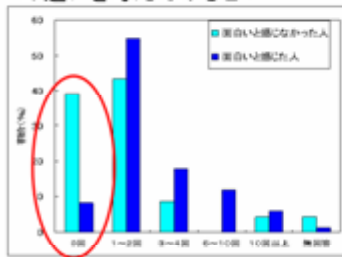
溺れた経験を持つ場合、いつ溺れたかに関する質問への回答結果

Q5. 今日の講義の感想は？



普通、分からないと答えた生徒が、海の流れについての知識が身についていないと思われる。さらに、内容の分かりやすさを追求することが必要。

講義を面白いと感じた人と、面白く感じなかった人の違いを考えてみると？



＜大きな相違点＞

年に何回海に行くかと言う質問に対して、0回と答えた割合は、面白く感じた人は約1割だったのに対し、面白く感じなかった人は約4割にも達する。

日頃、あまり海に親しみが無い人が講義を面白く感じていないと考えられるので、海と触れ合う機会を増やすことで、解決できると考えられる。

VI. 受講者の修了試験を行います

R.Nishi

本日の試験問題・・・離岸流を探せ！

Coast Guard

Nishi

現場レベル(標高が無い所)での視認は、意外と困難であることが多い。

Video image

Field examples of rip currents:



(zoom up)

R.Nishi

Field examples of rip currents:



Rip head(turbidity)

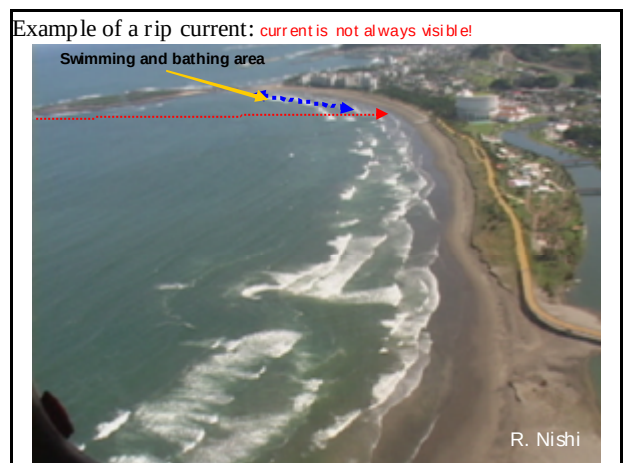
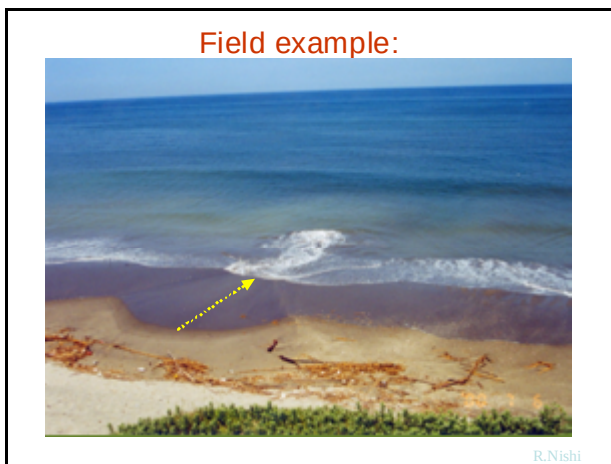
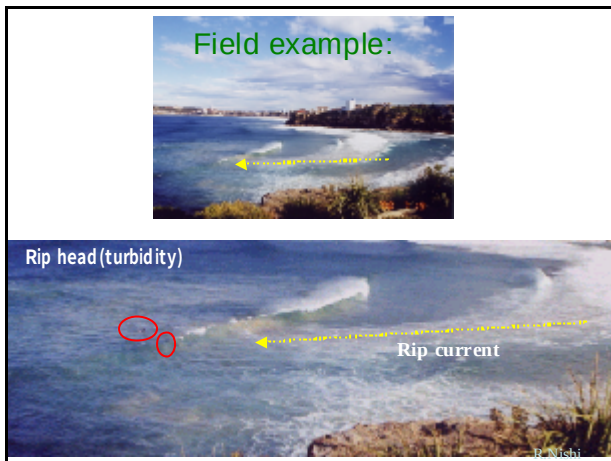
(zoom up)

R.Nishi

Field example:



R.Nishi



Example of a rip current: current is not always visible!



Example of a rip current: current is not always visible!



Example of a rip current: current is not always visible!



Beach cusps and giant cusps

R. Nishi

問題・・・離岸流はどこでしょう？



離岸流はどこ？



離岸流はどこ？



現状では、岸流探査はそう簡単ではない！
訓練が必要



注意：知らない所では遊泳情報を確認・地元の人に相談する

水難事故多発
異変などには充分気をつけてください

水泳禁止
ここで泳ぐと危険
佐土原町

Water Safety An excellent venue for all forms of water sport, but the coastal waters are notoriously dangerous. Bathe with extreme caution at all times, check the weather, tides and flag warnings. If in doubt use the beaches patrolled by the lifeguards. Professional lifeguards are on daily patrol during the high season at the following bays: Langland and Rotherham Bay, Casswell Bay, Port Eynon and Horton; Bracelet Bay

Flag Warnings
Where lifeguards are on duty obey these signals:

A red flag flying means DANGER-Do not enter the water.

Bathe only between the red and yellow flags, lifeguards patrolling.

注意：知らない所では遊泳情報に従う・地元の人に相談する

STAY ALIVE! SWIM BETWEEN THE FLAGS

NESTER VIVANT! NAGER ENTRE LES DRAPEAUX

SLIP SLOP SLAP

STAY ALIVE! SWIM BETWEEN THE FLAGS

命がけしなければ、海と島の間の間（安全遊泳区域）で泳ぎましょう

・親水活動時の鉄則（標語）

※ 遊泳情報を集める。
高台から観察する。

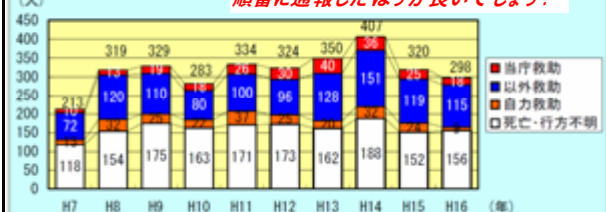
一 ひどくて泳がない。
二 泳ぐまに軽い準備運動をする。
三 からだに水をかけてから入る。
四 岸に沿って泳ぐ。
五 長い時間泳がない。

平良市教育委員会
平良市青少年健全育成協議会

(R.Nishi)

第三管区海浜事故状況 警備救難部救難課 作成

〔14〕海浜事故の救助状況 試験2；118・119番・110番はどの順番に通報したほうが良いでしょう？



海浜事故の救助状況（資料〔14〕参照）

平成16年に救助された海浜事故者数は133人で、前年に比べ11人減少しています。救助率を見ると、平成16年は46.0%（前年40%）でした。

※救助率＝〔救助された事故者数／海浜事故者数－自力救助の事故者数〕×100（%）

忘れないで欲しいこと

- 初級者の方 (一般市民・報道関係者)
 1. 離岸流のを見つけ方
 2. 離岸流に遭遇した場合の対処
- 中級者の方 (救難関係者・海岸管理者)
 3. 離岸流の調査法
 4. 離岸流特性
- 上級者の方 (海洋情報部・研究者)
 5. 離岸流の数値予報

質問・疑問等
なにかありましたら
ご自由にどうぞ



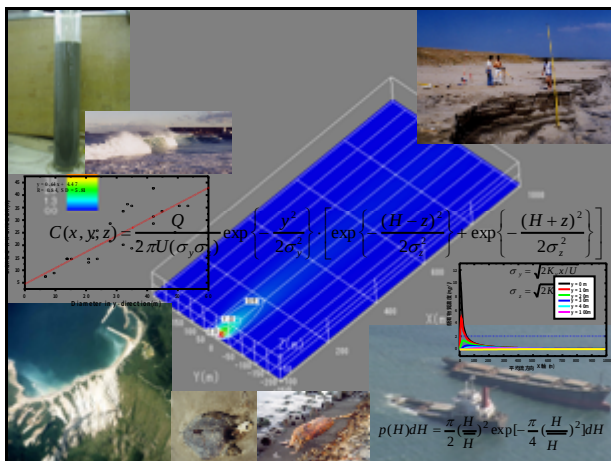
お急ぎの連絡は (Email: sediment@oce.kagoshima-u.ac.jp)

皆さまご清聴有難うございました

質疑応答をどうぞ！

安全な海岸利用に向けて、皆様のご協力を
よろしくお願いいたします。

今後の課題；ハイレク調査・ローテク調査



赤外線カメラ (水温情報)

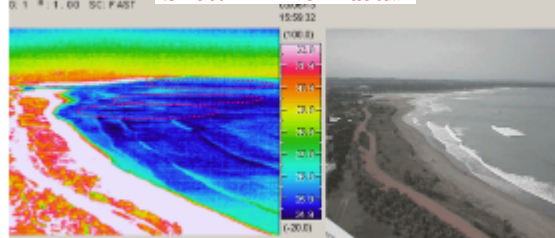


図 2.3.16 龍川河域の熱水外漏係数可視化画像



