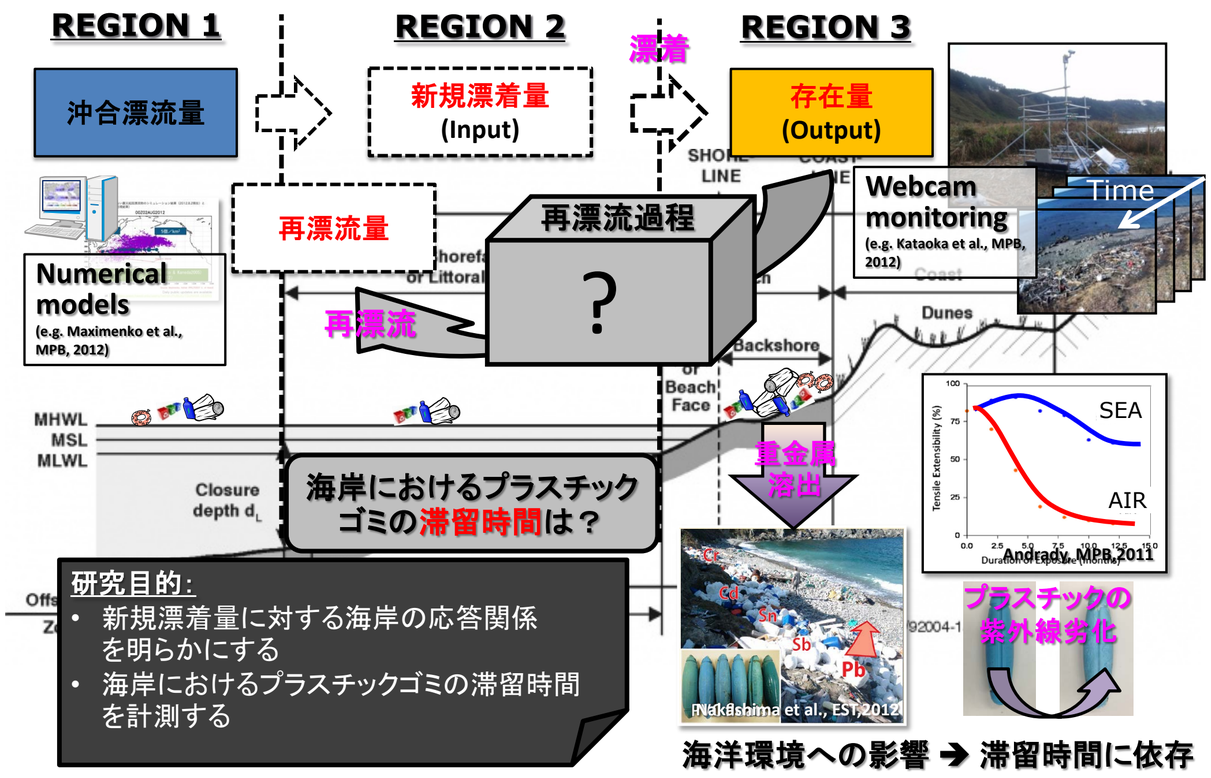
国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

新規漂着ゴミ量に対する海岸の線形応答特性

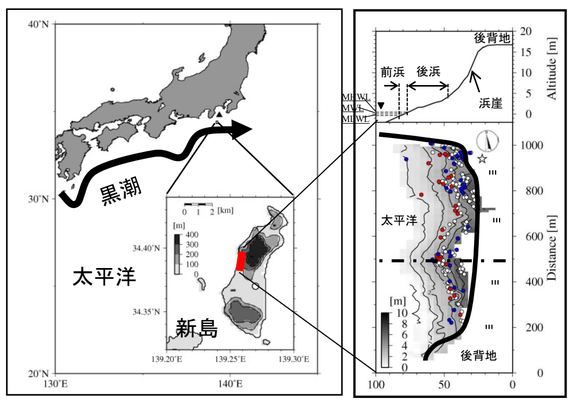
背景・目的



研究目的:
- 新規漂着量に対する海岸の応答関係を明らかにする
- 海岸におけるプラスチックゴミの滞留時間を計測する

滞留時間を計測するための個体識別調査法

研究フィールド ➔ 新島和田浜海岸



調査対象ゴミ

選定理由:
- 日本全国で広域に漂着している
  ➔ 他の海岸における滞留時間との比較可能
- Type1には鉛が高濃度に含有している
  (Nakashima et al., EST, 2012)
  ➔ 自然環境に有害な重金属を多く含む

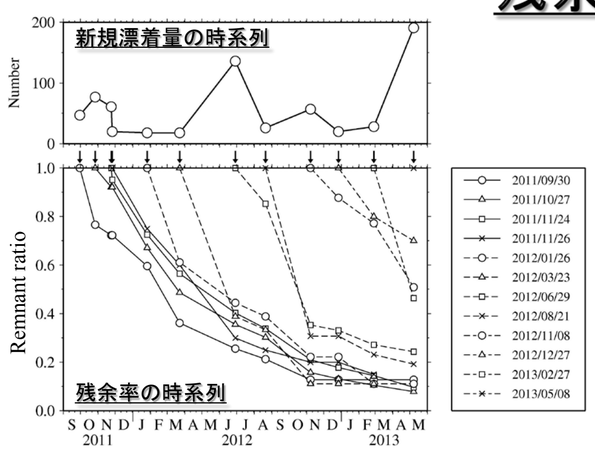
個体識別調査日

2011	2012	2013
(1) 9/30-10/1	(4) 1/26-1/28	(10) 2/27-3/1
(2) 10/28-10/30	(5) 3/23-3/25	(11) 5/8-5/10
(3) 11/23-11/26*	(6) 6/28-6/30	(12) 6/27-6/29
	(7) 8/21-8/23	(13) 9/1-9/4
	(8) 11/9-11/10	
	(9) 12/27-12/28	

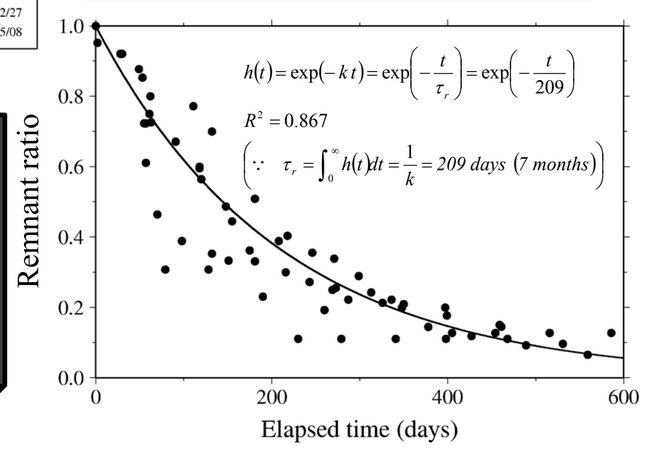
調査方法:
- 対象ゴミに識別番号を採番 ➔ 再配置
- 対象ゴミの漂着位置を測量
  (ハンディGPS: GARMIN, GPSMAP 60CSx)

調査範囲:
和田浜海岸全延長:約900m

残余関数



残余関数:
- 和田浜海岸における残余関数
  ➔ 指数関数で非常によく近似できる
- 和田浜海岸でのブイの平均滞留時間
  ➔ 209日(7ヶ月)

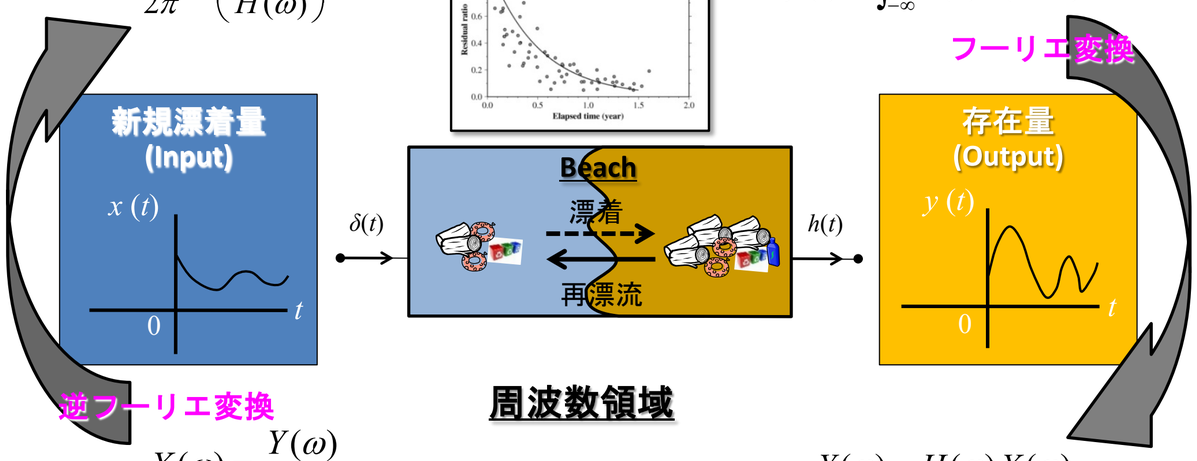


新規漂着量と残余率の時系列:
- 和田浜海岸における新規漂着量
  ➔ 初夏に極大値となる季節変動
- 和田浜海岸における残余率
  ➔ 指数関数的に減少する
  (ただし、多少の季節による差異有り)

線形システム

時間領域

$$x(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{Y(\omega)}{H(\omega)}\right)e^{i\omega t}d\omega \qquad y(t)=\int_{-\infty}^{t}x(\tau)h(t-\tau)d\tau$$



周波数領域

$$X(\omega)=\frac{Y(\omega)}{H(\omega)} \qquad Y(\omega)=H(\omega)X(\omega)$$

システム関数
➔ 単位インパルス応答のフーリエ変換

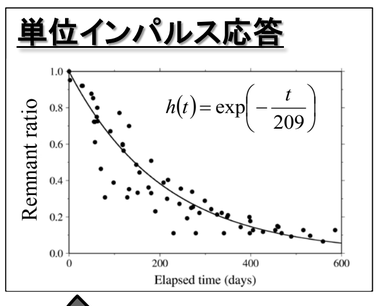
$$H(\omega)=\int_0^\infty h(\tau)e^{-i\omega\tau}d\tau$$

システム特性
➔ 増幅特性$A(\omega)$と位相特性$\theta(\omega)$

$$A(\omega)=\sqrt{\alpha^2(\omega)+\beta^2(\omega)} \qquad \theta(\omega)=\tan^{-1}\left(\frac{\beta(\omega)}{\alpha(\omega)}\right)$$

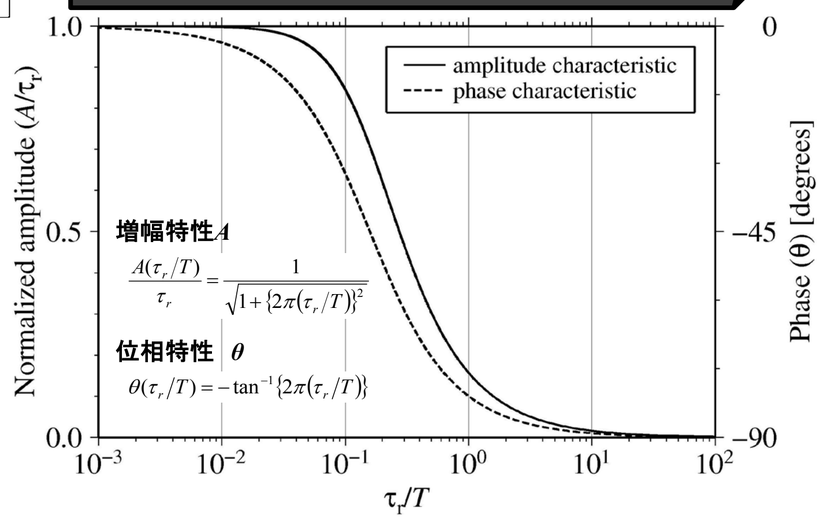
海岸のシステム特性

単位インパルス応答



システム特性:
- 滞留時間が新規漂着量の周期より短い場合($\tau_r<T$)
  ➔ 増幅特性は滞留時間に近づく
  ➔ 新規漂着量と存在量の位相差は0°に近づく
- 滞留時間が新規漂着量の周期より長い場合($\tau_r>T$)
  ➔ 増幅特性は0に近づく
  ➔ 新規漂着量と存在量の位相差は90°に近づく

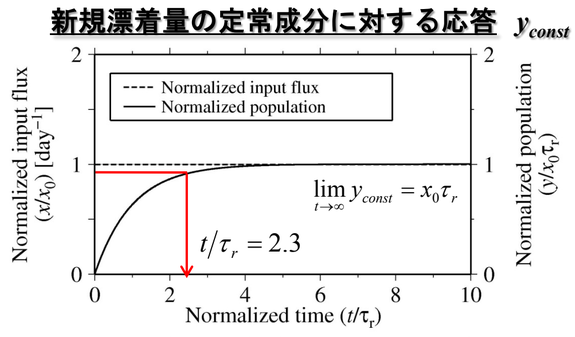
フーリエ変換



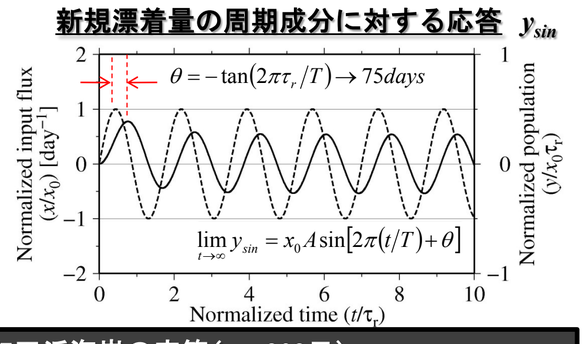
海岸の応答計算例 (T=365 days)

$$y(t)=\int_0^t(x_0+x_0\sin(2\pi t/T))e^{-(t-\tau)/\tau_r}d\tau$$
$$=x_0\tau_r(1-e^{-t/\tau_r})+x_0A[\sin(2\pi t/T+\theta)-\sin\theta\cdot e^{-t/\tau_r}]=y_{const}(t)+y_{sin}(t)$$

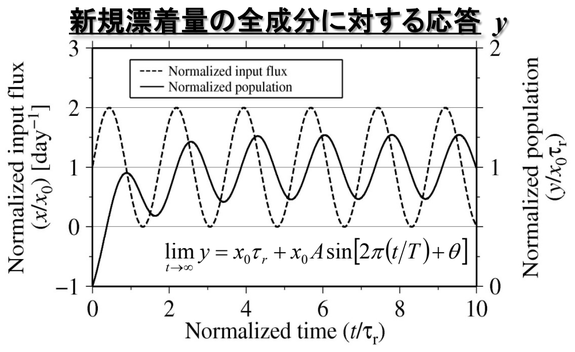
新規漂着量の定常成分に対する応答 y_{const}



新規漂着量の周期成分に対する応答 y_{sin}



新規漂着量の全成分に対する応答 y



和田浜海岸の応答(τ_r=209日):
- 定常成分に対する応答
  ➔ 収束存在量及び収束時間は滞留時間τ_rに依存する
- 周期成分に対する応答
  ➔ 存在量は新規漂着量に対して遅れて極大となり、その遅れ幅は滞留時間τ_rに依存する

海岸の応答を線形システムとみなす
➔ 滞留時間やあらゆるシナリオに対する海岸の応答を容易に調べることができる

参考文献

T. Kataoka, H. Hinata, S. Kato (2013): Analysis of a beach as a time-invariant linear input/output system of marine litter, Maline Pollution Bulletin, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.09.049 (In press)
片岡智哉・日向博文・加藤茂 (2013): 新規漂着ゴミ量に対する海岸の線形応答特性, 国土技術政策総合研究所資料 第738号

研究成果や技術支援情報などをお届けする
国総研メールサービスの登録はこちらから
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/mailmag/

沿岸海洋・防災研究部　沿岸域システム研究室　片岡　智哉
Tel：046-844-5025 E-mail：kataoka-t852a@ysk.nilim.go.jp
HP: http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/engan/enganiki/enganiki.html